

Зависимость срока службы систем светодиодного освещения для животноводческих и птицеводческих предприятий от конструктивных особенностей корпуса светодиодных светильников и обеспечения необходимого теплового режима работы светодиодов.

Технический директор ООО «Техносвет групп»

Гладин Дмитрий Викторович

Зависимость срока службы систем светодиодного освещения для животноводческих и птицеводческих предприятий от конструктивных особенностей корпуса светодиодных светильников и обеспечения необходимого теплового режима работы светодиодов.

Технический директор «Техносвет групп» Гладин Д.В.

Одним из наиболее важных показателей экономической эффективности использования систем светодиодного освещения является срок их службы. Объясняется это тем, что стоимость самого оборудования в настоящее время относительно высока, хотя в некоторых случаях даже по начальным затратам сравнима или меньше стоимости оборудования на базе люминесцентных ламп с одинаковыми характеристиками по уровню начальной освещенности и возможностям управления яркостью источников света. На рис.1 представлены системы освещения на базе люминесцентных ламп «OSRAM» мощностью 40 Вт и светодиодного оборудования «Техносвет групп» на предприятии ООО «Добрые яйца» агрохолдинга «Кировптицепром» в корпусе для содержания промышленного стада яичных кур. На момент приобретения весной 2012 года стоимость нашего оборудования уже была на 25 % ниже, чем вышеназванные люминесцентные лампы. Принимая во внимание более высокую равномерность за счет меньшего расстояния между светильниками и в 4 раза меньшее энергопотребление (мощность светодиодных светильников 8 Вт), светодиодное освещение в птицеводстве является, несомненно, привлекательным. Более подробно ознакомиться с информацией Вы можете на нашем сайте www.ntp-ts.ru в разделе «**Важно знать**» статья «**Светодиодные системы освещения ИСО «Хамелеон» дешевле на 25 % осветительного оборудования с использованием люминесцентных ламп**»

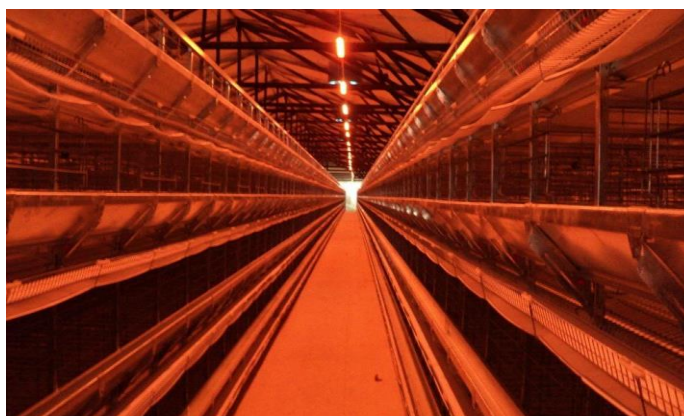


Рис.1 Системы освещения на базе люминесцентных ламп «OSRAM» (фото слева) и светодиодных светильников (фото справа) производства компании «Техносвет групп». В обоих случаях спектр излучения не является монохромным, несмотря на красный цвет на фотографиях. В случае светодиодного освещения в каждом светильнике в определенной пропорции объединены светодиоды с излучением цветовой температуры 3000 К (теплый белый) и красного свечения с длиной волны 625 нм.

Покупая оборудование, заказчик рассчитывает на его продолжительную эксплуатацию и получение в течение этого срока экономической выгоды. Соответственно, рассматривая предложения различных компаний, учитывается стоимость оборудования, степень его соответствия назначению и предъявляемым требованиям, а также продолжительность времени, когда заявленные характеристики будут обеспечиваться. Со стоимостью можно определиться на основе коммерческих предложений. Для оценки соответствия требованиям и назначению достаточно потребовать от фирмы до заключения договора некоторый небольшой комплект оборудования. Со сроком службы значительно сложнее. В принципе, компании, достаточно давно предлагающие свое оборудование на рынке, должны быть всегда готовы предоставить референцию своих поставок и выполненных проектов за весь период деятельности. Лучше всего, если эти данные в полном объеме будут предоставлены для общего доступа, например, на сайте компании. В таком случае покупателю предлагается выбор, где можно узнать мнение специалистов о производителе. К сожалению, свободного доступа к информации о предыдущих поставках у большинства компаний, предлагающих свое осветительное светодиодное оборудование для животноводства, попросту нет. В результате потенциальному покупателю может предлагаться не соответствующая действительности или искаженная информация, в надежде, что времени ее проверить у него не будет. Наша компания при участии в тендерах, сталкивалась с ситуациями, когда в качестве примера, некоторыми фирмами предлагалось оборудование нашего производства, установленное на животноводческих предприятиях. На сайте компании «Техносвет групп» www.ntp-ts.ru, в разделе **«Выполненные проекты»** представлена полная информация о всех поставках оборудования, осуществленных с начала деятельности.

Другим способом составить мнение о сроке службы оборудования той или иной компании, является анализ особенностей и технических решений на основе собственных знаний. Этот путь требует определенного уровня подготовки по вопросам физики процессов в полупроводниковых структурах, но не является чем-то неосуществимым. Приятно осознавать изменение тематики по данному вопросу при общении со специалистами предприятий. Если в 2007 году для абсолютного большинства приходилось, как говорится, «с нуля» объяснять, что такое «светодиод», то сейчас вполне профессионально интересуются, как организуется питание светодиодов, температурным режимом их работы, управлением яркостью светильников и т.п. Цель этой статьи обратить внимание на некоторые важные особенности построения систем светодиодного освещения, эксплуатация которых осуществляется в неблагоприятных специфических условиях животноводческих предприятий.

Светодиодное осветительное оборудование для животноводства является сложной технической системой, включающей в себя следующие подсистемы:

- 1.) Непосредственно сами источники света, реализованные на базе светодиодных светильников.
- 2.) Элементы питания светодиодных светильников, обеспечивающие необходимое рабочее напряжение и электрический ток.

- 3.) Элементы управления яркостью светодиодных светильников, обеспечивающие автоматическое, полуавтоматическое и ручное управление уровнем освещенности в помещении от полного выключения до максимальной яркости светильников.
- 4.) Элементы контроля рабочих параметров по электрическому току, напряжению и температуре светодиодных светильников и другого оборудования, а также их защиту при несоответствии этих параметров допустимым значениям.
- 5.) Элементы передачи электроэнергии, крепежа и установки оборудования для монтажа системы освещения в целом.

Нельзя забывать, что на эффективность использования светодиодных систем существенное влияние оказывает выполнение работ по правильному проектированию размещения оборудования с целью создания необходимой освещенности и равномерности освещения.

Все элементы в составе системы светодиодного освещения тесно связаны и оказывают влияние друг на друга. Например, если изначально в составе светодиодного светильника не предусмотрены меры по отводу тепла в процессе работы светодиода, то говорить об эффективном контроле и защите светодиодов от перегрева не приходится. Устройство и состав светодиодов, а также внутренние физические процессы, приводящие к излучению света, рассмотрены в статье **«Особенности проектирования и эксплуатации светодиодного оборудования. Строение светодиодов и их основные характеристики»** в разделе **«Важно знать»** на сайте компании www.ntp-ts.ru. Светодиод не является «вечным двигателем», его ресурс ограничен, но при правильной эксплуатации он может быть в несколько раз больше, чем, например, у люминесцентных ламп. Тем не менее, многие компании, при вопросе о сроке службы их светодиодного оборудования, уверенно заявляют о 100 000 часах эксплуатации, преднамеренно или по незнанию вводя в заблуждение потенциального покупателя, а заодно и себя. В качестве примера, в некоторых профессиональных работах теоретический срок службы светодиодов оценивается в 108 лет непрерывной работы. Практика же показывает, что срок службы светодиодов может достигать 50 000-70 000 часов при соблюдении требований по их эксплуатации. Наиболее важным является:

- 1.) Обеспечение определенных стабилизированных значений рабочего тока и напряжения светодиодов на весь период эксплуатации.
- 2.) Обеспечение определенного температурного режима работы светодиодов в заданных пределах изменений температуры окружающей среды.
- 3.) Обеспечение защиты светодиодов, вплоть до полного выключения, в случаях превышения рабочих тока и напряжения, превышения безопасных значений температуры окружающей среды или внутри корпуса светильника.

Требования, касающиеся обеспечения светодиодов стабилизированным током и напряжением 24 или 48 В, рассмотрены в статье **«Локальное светодиодное освещение для клеточного выращивания цыплят-бройлеров»**, опубликованной в журнале **«Полупроводниковая светотехника» №6, 2013 год** (статья находится в разделе **«Важно знать»** на сайте компании).

В настоящей статье я хотел бы остановиться на влиянии особенностей корпуса светодиодного светильника на температурный режим работы светодиодов, что непосредственно определяет срок службы и самих светодиодов и системы освещения в

целом. Кроме того, затронуть вопросы организации контроля рабочих параметров светодиодов на протяжении всего срока службы и их защиты.

В общем случае, корпус светодиодного светильника должен соответствовать следующим основным требованиям:

- 1.) Обеспечить размещение модулей (плат) со светодиодами и другими электронными компонентами с учетом минимизации затрат на производство.
- 2.) Обеспечить герметичность светодиодного светильника по ГОСТ 14254-96 (МЭК 529-89) с учетом условий эксплуатации.
- 3.) Обеспечить необходимый температурный режим работы светодиодов и других электронных компонентов для максимального продления срока их службы.
- 4.) Обеспечить возможность при производстве менять габаритные размеры светильника в зависимости от необходимой мощности и светового потока.
- 5.) Обеспечить удобство монтажа и крепления светильников, иметь малый вес и оптимальные габаритные размеры, так как основной способ подвеса светильников в условиях животноводческих предприятий – на тросах вдоль корпуса.

Выполнение всех требований одновременно приводит к решению довольно сложной инженерной задачи. Интуитивно понятно, что проще всего обеспечить герметичность цельным корпусом без мест соединения различных частей. Естественно, такой цельный корпус должен быть из прозрачного для излучения видимого спектра материала. По этому принципу в Россию поступали из Китая светодиодные светильники или лампы, используемые несколько лет назад для замены люминесцентных в офисных светильниках. В настоящее время светодиодные лампы такого вида практически отсутствуют на рынке. Одной из причин является сокращение срока службы светодиодов из-за неудовлетворительного теплового режима работы светодиодов и связанной с этим ускоренной деградации кристаллов и люминофора. Тем более удивительно, что такой не являющийся уникальным корпус светильника, некоторые компании объявляют своим «ноу-хау» и предоставляют на него патенты. Более трудный с точки зрения обеспечения герметичности, но, тем не менее, позволяющий на 30-50 % увеличить срок службы светодиодных светильников используется при производстве светодиодного оборудования компанией «Техносвет групп». Сразу же хочу отметить, что мы не объявляем это своим «ноу-хау», в настоящее время практически все крупные компании-производители осветительного оборудования на базе светодиодов, используют в составе корпуса светильника конструктивные элементы, выполняющие роль радиатора для отвода тепла, начиная с мощности в 4-5 Вт. Эти элементы состоят из материалов, обладающих хорошей теплопроводностью. С точки зрения «эффективность-стоимость» в настоящее время наиболее подходит алюминий и его сплавы, хуже теплопроводность у стали, все более активно применяются специальные полимерные материалы с улучшенной теплопроводностью.

Компания «Техносвет групп» выпускает более 50 моделей светильников различного назначения с учетом вышеназванных требований к корпусам светодиодных светильников. На рис. 2 представлен внешний вид светильника, предназначенного для локального освещения в клетках с птицей и животными, а на рис.3 его практическое применение в клеточном оборудовании для выращивания цыплят-бройлеров. Мощность таких светильников от 0,4 до 1,2 Вт. При такой небольшой потребляемой мощности и световом

потоке до 120 Лм плата на алюминиевой основе длиной 400 мм и объем корпуса позволяют эффективно решить задачу соблюдения необходимого температурного режима работы светодиодов, даже находящихся в цельном корпусе из поликарбонатного материала. На рис. 4 представлена теплограмма распределения температуры по элементам платы без корпуса при номинальных значениях тока и напряжения после вхождения в рабочий режим. Как видно из рисунка температура на светодиодах не превышает +43,3 °С. Для этой же платы на рис. 5 представлена теплограмма при тех же параметрах в поликарбонатном корпусе (см. рис.2).



Рис.2 Светильник СК-400 мощностью до 1,2 Вт и световым потоком до 120 Лм.

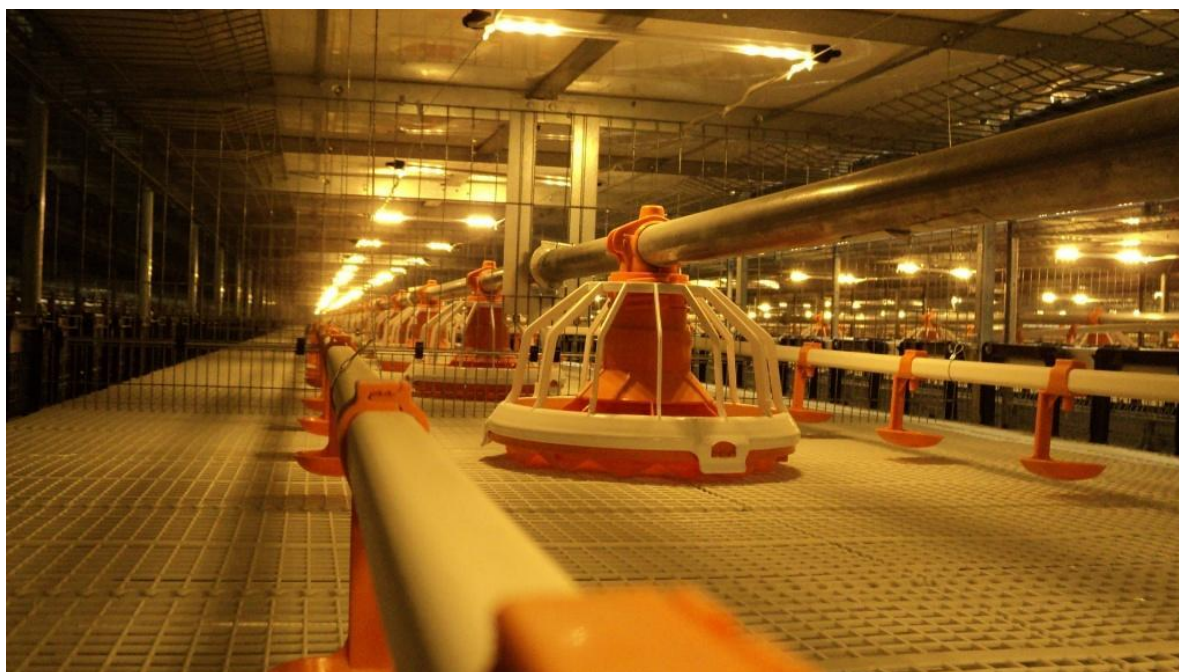


Рис.3 Светильники СК-400Т мощностью 1,2 Вт, световым потоком 120 Лм и цветовой температурой 3000 К в клетках для выращивания цыплят-бройлеров. При высоте подвеса светильников до 500 мм уровень освещенности до 130 Лк.

Измерения проводились сразу же после извлечения платы из корпуса, так как снять корректные данные непосредственно в корпусе невозможно из-за того, что поликарбонат практически непрозрачен для ИК-излучения. Температура на элементах платы при этом не превышала $+47,3$ °С. В обоих случаях температура окружающей среды была в пределах $+25$ °С - $+26,5$ °С.

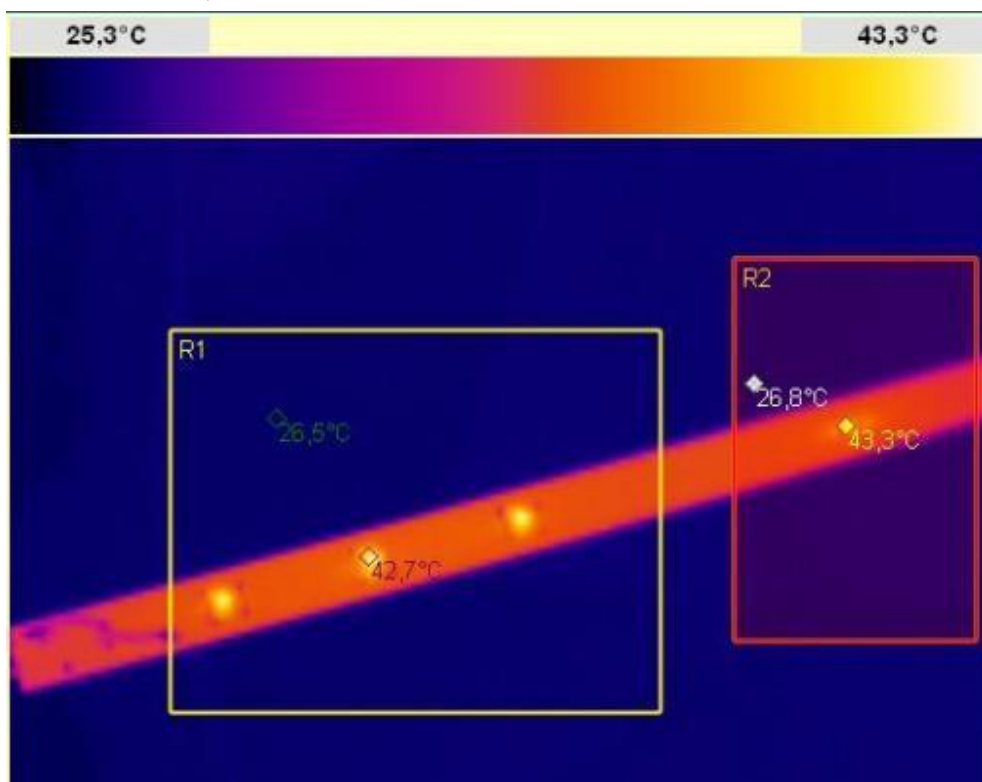


Рис.4 Термограмма платы для светильников локального освещения при эксплуатации без корпуса.

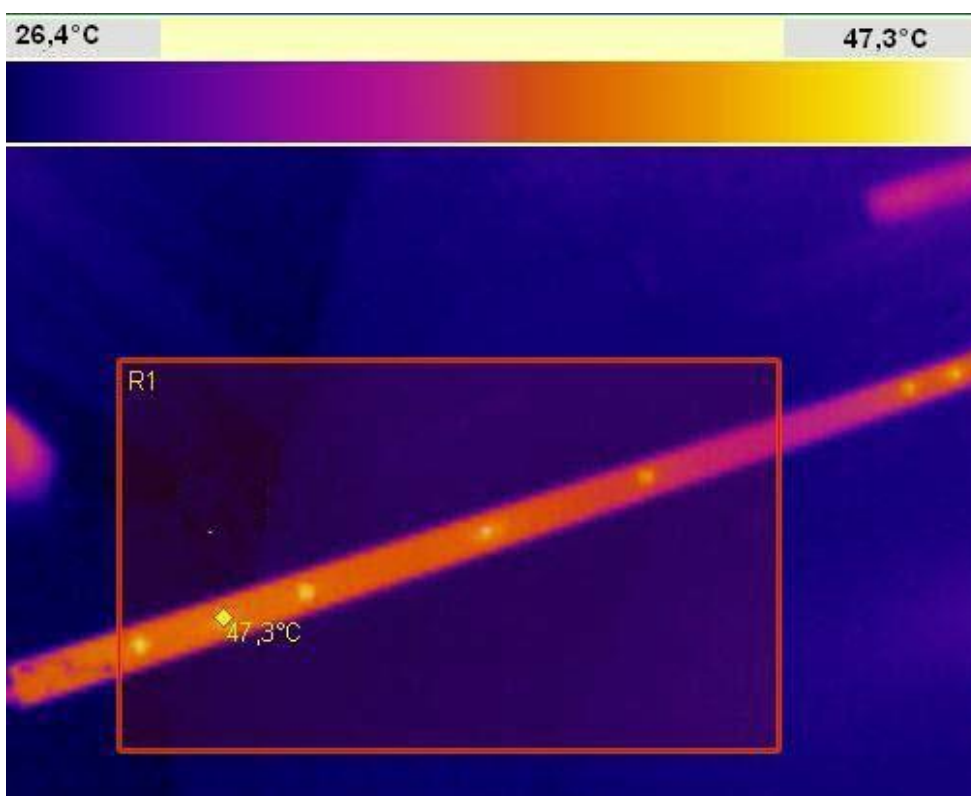


Рис.5 Теплограмма платы для светильников локального освещения при эксплуатации в герметичном корпусе из материала на основе поликарбонатного стекла.

Для выявления зависимости срока службы светодиодов от температуры обратимся к информации на сайтах крупных производителей светодиодов. Например, на сайте компании «SAMSUNG» приведены так называемые данные «**Life times**», где указывается падение светового потока светодиодов в зависимости от рабочего тока и температуры подложки светодиода в процессе эксплуатации. Ссылка, где можно найти эту информацию для светодиодов указанного производителя - http://www.samsung.com/global/business/business-images/led/file/product/lighting/201401/SAMSUNG_LED_Components_IES_LM80_Testing_Results_Rev.3.0.pdf

Светодиоды серии LM231A компании «SAMSUNG», наряду со светодиодами других производителей, компания «Техносвет групп» использует в маломощных светильниках для локального освещения. Технические характеристики светодиодов этой серии с сайта компании «SAMSUNG» можно найти по ссылке: http://www.samsung.com/global/business/business-images/led/file/product/lighting/201312/Data_Sheet_LM231A_Rev.007.pdf

В таблице 1 приведены данные производителя по уменьшению светового потока для серии светодиодов LM231A.

Таблица 1. Данные «Life times» для серии LM231A

IES LM 80 Testing Results

LM231A

- **Revision : 2.1 (2012. 3.26)**
- **Applicable order code : SPMWHT221*******

Test Summary

- **Test site : ORB, USA**
- **Sample size : 26 pcs**
- **Number of Failures : 0 pcs**

Drive Current (mA)	Temp. T _s (°C)	Test Duration (h)	Test Result		Reported IES-TM-21-11 Life times (h)		
			Lumen Maintenance	Chromaticity Shift ($\Delta u'v'$)	L ₇₀	L ₈₀	L ₉₀
50	55	10,000	98.7%	0.0015	>60,000	>60,000	>60,000
	85		94.2%	0.0017	54,000	34,000	17,000
	105		78.7%	0.0022	14,000	10,000	6,000
100	55	10,000	98.2%	0.0036	>60,000	>60,000	50,000
	85		85.6%	0.0026	22,000	14,000	7,000
	105		66.5%	0.0035	9,000	6,000	4,000

Анализ этих данных выявляет важную характеристику светодиодов, а именно зависимость срока их службы от температуры. Так при рабочем токе 50 мА и температуре +55 °С на подложке светодиода в процессе эксплуатации падение светового потока на 10% (столбец L90 в таблице) произойдет более чем через 60 000 часов или почти 7 лет непрерывной эксплуатации. В то же время при том же значении тока, но при температуре +105 °С, падение светового потока светодиода на 10 % наступит через 6 000 часов (менее года).

Здесь уместно подметить один важный момент, связанный с ответственностью за срок службы светильников производителей светодиодов и компаний, которые производят на их базе светильники. Недобросовестные производители светодиодных светильников и систем освещения уверенно прикрываются «брендами» крупных производителей светодиодов, гарантируя конечному потребителю фантастический срок службы своей продукции, а сами в погоне за прибылью, по незнанию или целенаправленно, не соблюдают требования этого производителя по условиям эксплуатации, превращая отличный продукт в предмет разочарования покупателя.

Теперь, когда у нас есть данные по падению светового потока светодиодов серии LM231A, вернемся к теплограммам на рис.4 и 5. Температура светодиодов в светильнике для локального освещения компании «Техносвет групп» не превышает +55 °С и даже если температура окружающей среды будет увеличена до +40 °С, тепловой режим работы светодиодов останется в пределах, позволяющих гарантировать его длительную эксплуатацию.

Ситуация с выбором корпуса светильника кардинально меняется, когда мы переходим к более мощным источникам света. В случаях использования светодиодных светильников при высоте подвеса от 2 до 4 метров естественно необходимо увеличивать их световой поток (силу света) и мощность. Например, для создания уровня освещенности 60 Лк при высоте подвеса источника света 3 метра согласно формуле:

$$I = \frac{E \times R^2}{\cos \beta}$$

необходимо использовать светильник с силой света:

$$I = \frac{60 \text{ Лк} \times (3\text{м})^2}{1} = 540 \text{ кд}$$

Здесь угол $\beta = 0$, так как точка замера освещенности находится на нормали от освещаемой поверхности к источнику света. Кроме того, рассматриваем одиночный светильник. Учитывая направленные свойства светодиодов (угол половинной яркости 120°), световой поток L такого светильника должен быть более 1600 Лм.

Возвращаясь к светодиодному светильнику на рис.2 и сравнивая характеристики, видим, что световой поток и следовательно мощность должна увеличиться почти в 15 раз. При грубом сравнении, объем (длина и (или) ширина) цельного поликарбонатного корпуса без специального теплоотвода для обеспечения такой же разницы температур как на рис.4 и рис.5, должен возрасти так же в 15 раз! В противном случае температура

внутри поликарбонатного корпуса возрастет настолько, что в течение небольшого промежутка времени светодиоды начнут выходить из строя.

Некоторые производители заявляют, что используют в своих светильниках светодиоды малой мощности и решают, таким образом, задачу их теплового режима работы. Здесь необходимо понимать, что использование различных по мощности однотипных светодиодов и соответственно их количества для создания необходимого светового потока в 1600 Лм не меняет общей картины, так как технические параметры по соотношению силы света и выделяемой тепловой энергии на современном этапе развития светодиодных технологий примерно одинаковы для различных классов светодиодов. Таким образом, независимо будет ли в светильнике 150-200 маломощных светодиодов или 30-40 светодиодов средней мощности, количество выделяемого тепла при одной и той же электрической и световой мощности светильника будет примерно одинаково. Кроме того, корпуса светодиодов различаются по строению, в светодиодах высокой и средней мощности в отличие от классов малой мощности, применяется специальная подложка из материала с малым тепловым сопротивлением для существенного уменьшения разницы температур между кристаллом светодиода и платой, на которой они установлены. Эти вопросы рассмотрены в статьях *«Особенности проектирования и эксплуатации светодиодного оборудования. Строение светодиодов и их основные характеристики»* и *«Роль корпуса светодиодного светильника в обеспечении долговечности и эффективности светодиодов»* в разделе *«Важно знать»* на сайте нашей компании.

Для обеспечения освещенности 100 Лк при такой же высоте подвеса 3 метра световой поток светильника должен составлять более 2800 Лм, а объем корпуса возрасти почти в 24 раза. Трудно представить себе светильник длиной почти 10 метров или поликарбонатную трубку диаметром 360 мм.

Таким образом, задача выбора корпуса светильника в зависимости от его светового потока в этой ситуации может решаться двумя способами - количественным и качественным. К сожалению, в настоящее время большая часть производителей светодиодного оборудования для сельского хозяйства идут по пути использования цельных поликарбонатных трубок для светодиодных светильников, не понимая или не обращая внимания на требования по соблюдению температурного режима работы светодиодов. Как показано ранее, для светильника световым потоком 2800 Лм, если идти количественным путем, для обеспечения определенного температурного режима работы светодиодов необходимо в несколько десятков раз увеличить габаритные размеры цельного корпуса из поликарбонатного стекла по сравнению со светильником на рис.2, длина которого составляет 0,4 метра, а диаметр корпуса 15,5 мм.

Компания «Техносвет групп», с начала своей деятельности следуя в ногу с современными технологиями, при производстве светодиодных светильников мощностью от 4 Вт вводит в конструкцию корпуса элементы, позволяющие обеспечить необходимый отвод тепла от светодиодов и максимально продлить срок их службы. Таким элементом является часть корпуса на алюминиевой или специальной полимерной основе, к которой крепятся платы со светодиодами. Учитывая направленные свойства излучения светодиодов, такая непрозрачная для видимого диапазона длин волн часть корпуса не влияет на диаграмму направленности света, но позволяет в виду хорошей теплопроводности эффективно отводить тепловую энергию от светодиодов во внешнюю

среду. На рис. 6 изображена часть светильника мощностью 18 Вт и световым потоком 1650 Лм.



Рис.6 Светильник СН975-18-36 мощностью 18 Вт и световым потоком 1650 Лм. Задняя часть светильника – радиатор из алюминиевого сплава. Длина светильника составляет 975 мм, диаметр корпуса 15,5 мм, количество установленных светодиодов – до 60 шт. Непосредственно на плате в светильнике установлены элементы стабилизации рабочего тока светодиодов, а также контроля необходимых параметров тока и температуры.

На рис.7 практическое применение светильников в корпусах для напольного выращивания цыплят-бройлеров. Для помещения 18Х96 метров при высоте подвеса 3 метра система светодиодного освещения, состоящая из 118 светильников **СН975-18-36-Т** цветовой температуры 2800-3500 К создает освещенность на подстилке – 65-70 Лк.

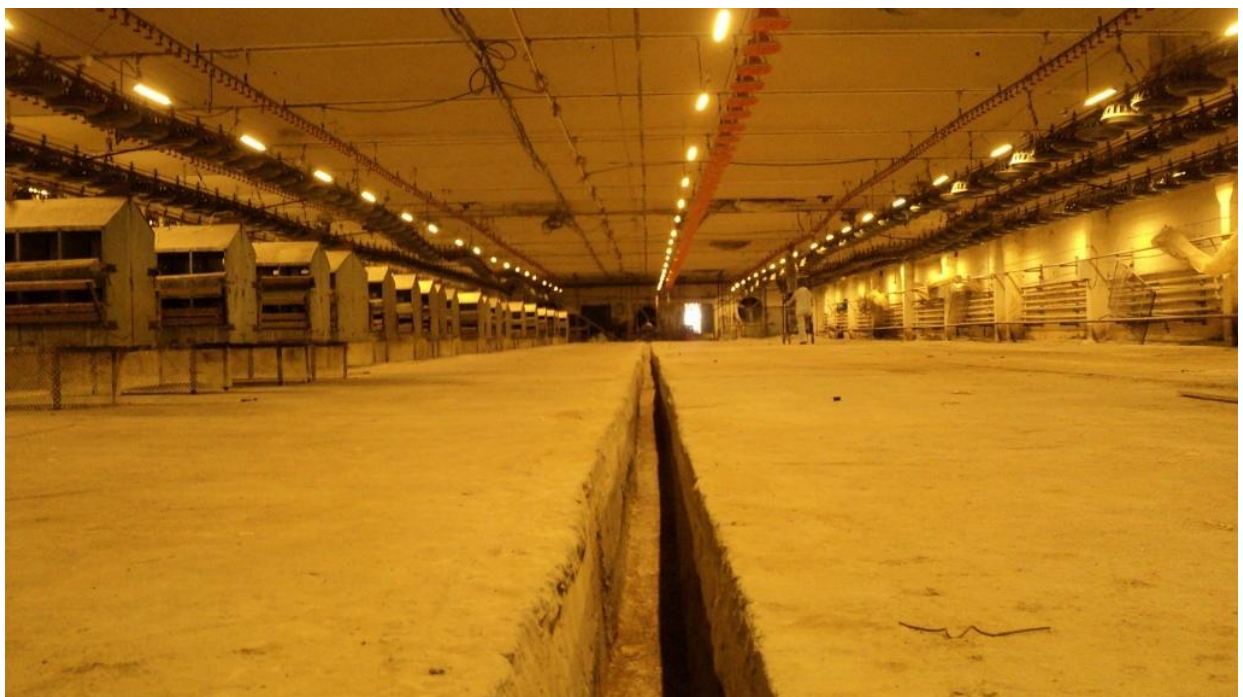


Рис.7 Корпус шириной 18 метров и длиной 96 метров для напольного выращивания цыплят-бройлеров. При высоте подвеса 3 метра 118 светильников СН975-18-36-Т создают практически равномерную освещенность 65-70 Лк на подстилке по всей площади корпуса.

Техническое решение, связанное с использованием части корпуса в качестве радиатора для отвода тепла, позволяет существенно сократить габаритные размеры мощных светодиодных светильников. При этом сохраняется оптимальный тепловой режим работы светодиодов и обеспечивается их продолжительный срок службы. В качестве источников света в таких светильниках используются в том числе, и светодиоды «SAMSUNG». Например, твердотельные источники света серии LM561B, технические характеристики которых Вы можете посмотреть по ссылке:

http://www.samsung.com/global/business/business-images/led/file/product/lighting/201312/Data_Sheet_LM561B_Rev.006.pdf

Принцип построения компанией «Техносвет групп» корпусов для серии светильников мощностью от 6 Вт до 72 Вт и соответственно световым потоком от 550 до 6600 Лм, сводится к использованию модулей различной длины и габаритных размеров. Такой модуль состоит из алюминиевой и поликарбонатной части, и позволяет размещать необходимое количество плат за счет увеличения длины. Этот способ экономически более целесообразен, ввиду меньшей себестоимости и возможности быстро запустить производство различных светильников в зависимости от заказа.

В светильниках мощностью до 18 Вт (рис.6) платы со светодиодами расположены в один ряд в корпусе длиной до 975 мм и диаметром 15 мм. Теплограмма платы на алюминиевой основе со светодиодами для таких светильников изображена на рис.8. В данном случае плата мощностью 6 Вт «висит в воздухе» без корпуса и дополнительного теплоотвода.

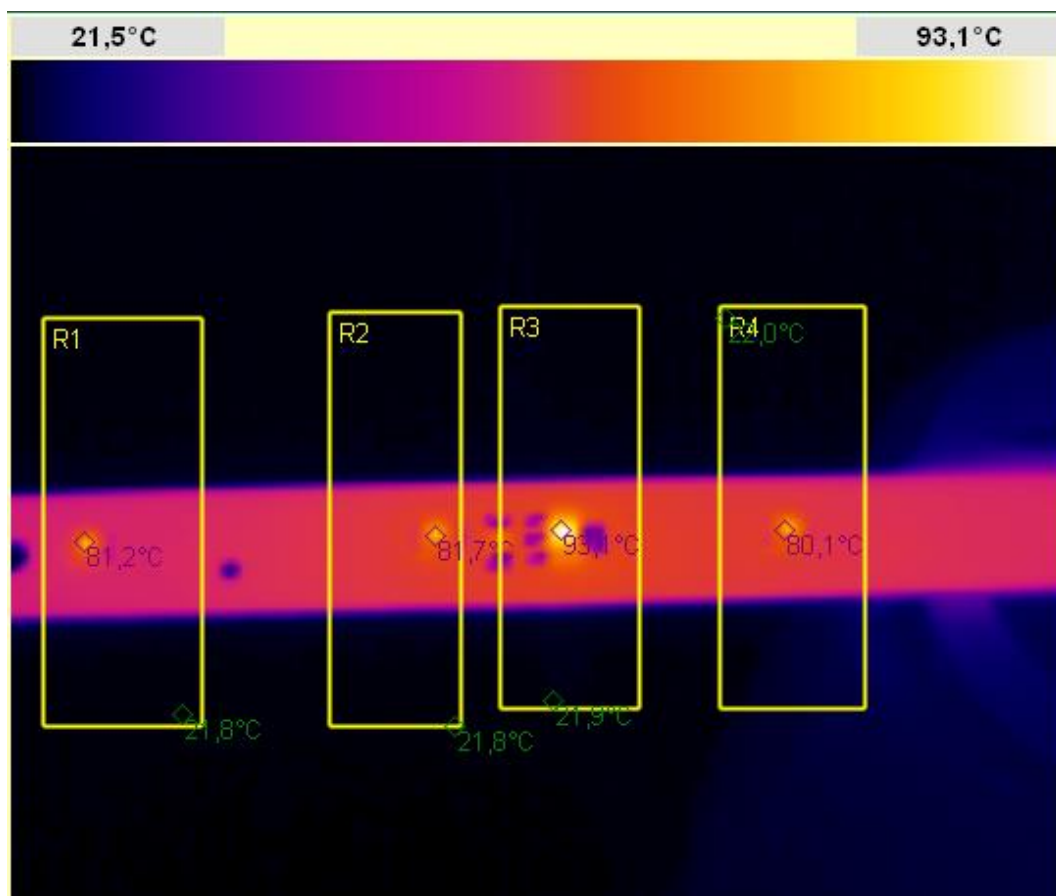


Рис.8 Теплограмма платы при эксплуатации без корпуса для светильников мощностью от 6 до 54 Вт и световым потоком от 550 Лм до 5000 Лм.

Температура светодиодов (в областях R1, R2, R4) составляет в среднем +81 °С, в области R3 расположен элемент контроля теплового режима работы светодиодов и их защиты от перегрева. Его рабочая температура всегда в среднем на 15 градусов выше, чем у светодиодов. Благодаря тому, что при определенной собственной температуре равной примерно +120 °С элемент контроля автоматически разрывает электрическую цепь, он эффективно защищает светодиоды от перегрева. Теперь поместим плату в корпус, часть которого будет алюминиевым радиатором, а другая светопрозрачным полимерным материалом, как на рис.6. Теплограмма для такого случая представлена на рис.9.

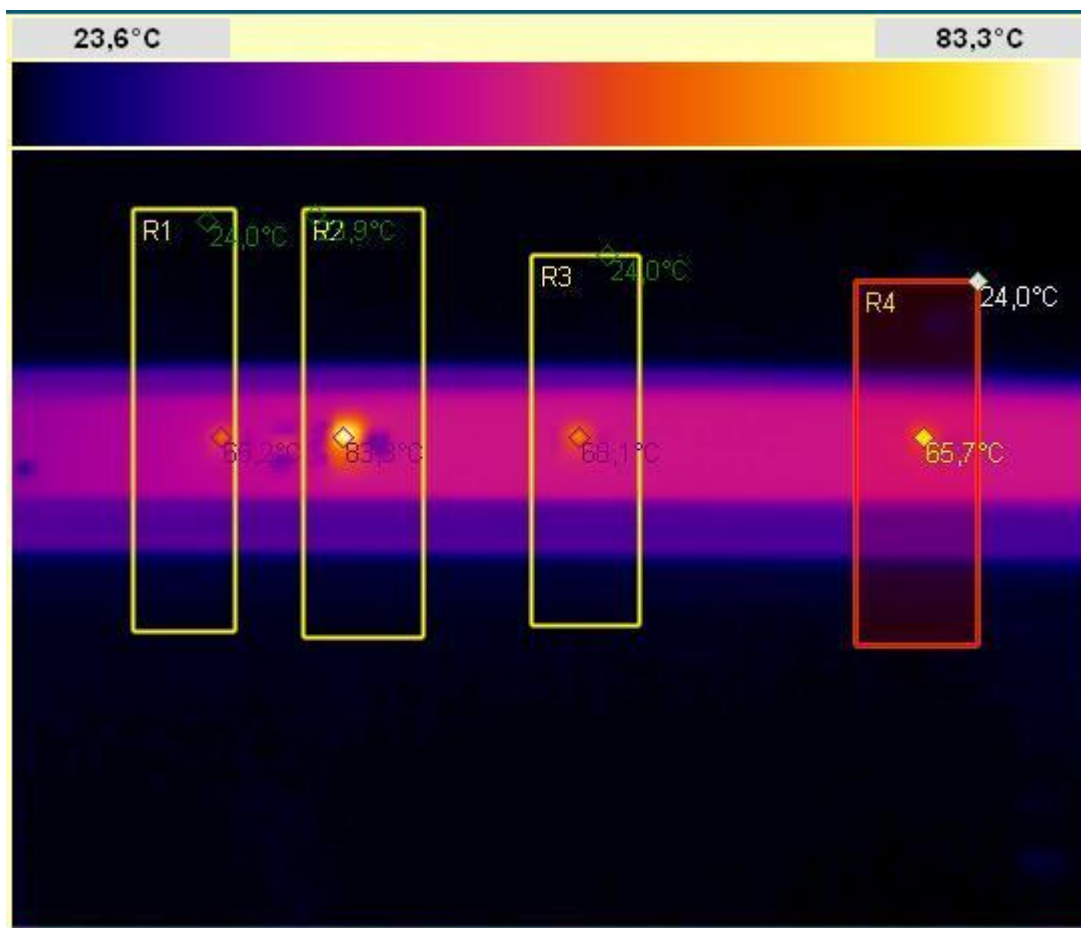


Рис.9 Теплограмма платы для светильников мощностью от 6 до 18 Вт и световым потоком от 550 Лм до 1650 Лм при эксплуатации в корпусе с алюминиевой частью в качестве радиатора.

Анализируя полученные данные можно сделать следующие выводы:

- 1.) При практически одинаковых размерах самой алюминиевой платы для светильника на рис.2 и светильника на рис.6 увеличение общей мощности в 5 раз (1,2 Вт и 6 Вт) приводит к возрастанию температуры светодиодов в 2 раза (+43,3 °С на рис.4 и +81 °С на рис.8.)
- 2.) При одинаковых размерах корпуса (длина 400 мм, диаметр 15,5 мм) применение алюминиевого радиатора в качестве одной из частей корпуса позволяет снизить температуру светодиодов на 15 градусов (+81 °С на рис.8 и +65 °С на рис.9)

Для светильников мощностью от 24 до 36 Вт для обеспечения такого же температурного режима габаритные размеры корпуса изменяются, в частности диаметр увеличивается до 25 мм. Теплограмма плат в корпусе светильника мощностью от 24 до 36 Вт представлена на рис.10.

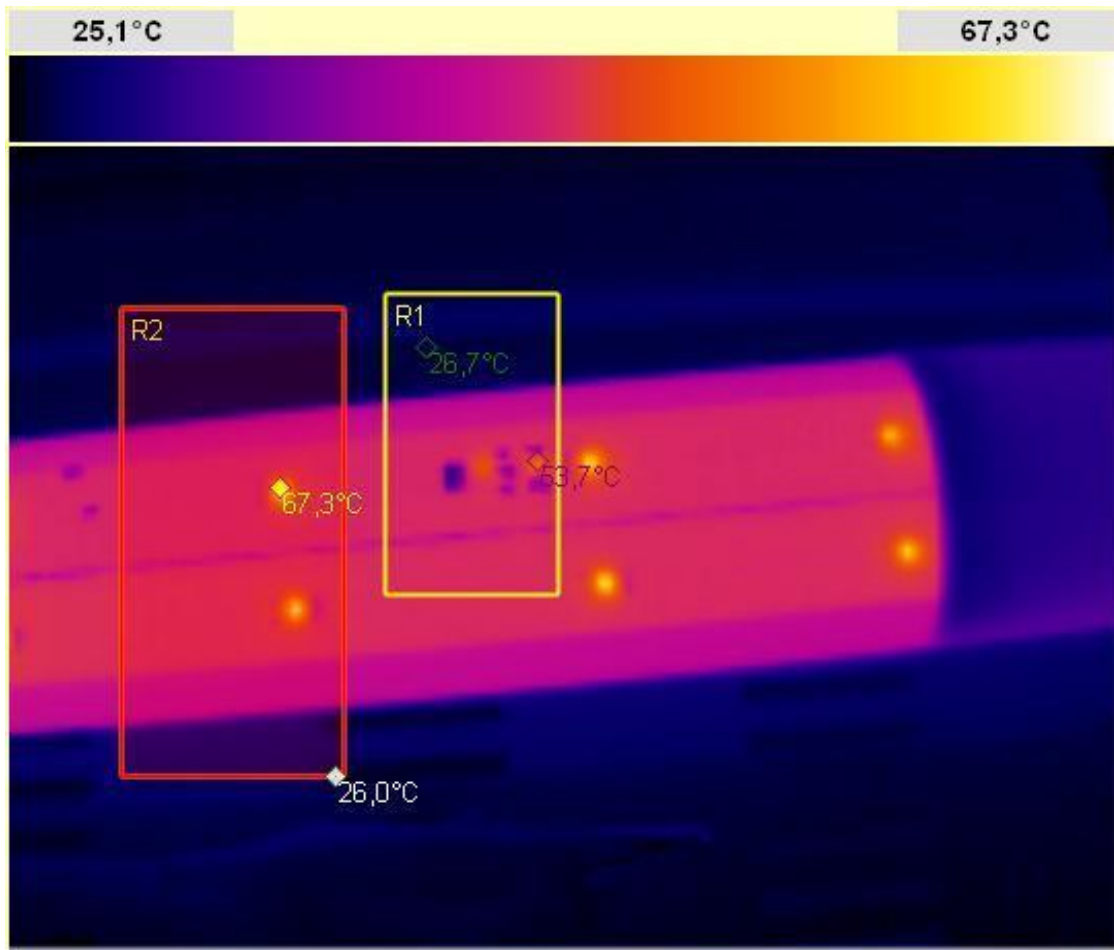


Рис.10 Теплограмма плат для светильников мощностью от 24 до 36 Вт и световым потоком от 2200 Лм до 3300 Лм при эксплуатации в корпусе с алюминиевой частью в качестве радиатора.

При мощности выше 36 Вт с целью соблюдения температурного режима применяется другая конструкция светильника, неизменным в ней остается наличие алюминиевого радиатора. На рис.11 представлена одна из моделей подобного светильника. Такие светильники способны обеспечить освещенность 200 Лк с высоты до 3,5 метров. Подобное освещение востребовано на животноводческих предприятиях и местах постоянного пребывания людей.

Имея информацию о рабочей температуре светодиодов, определим их срок службы, исходя из данных производителя. Для серии LM561B данные «Life times» представлены в таблице 2, которая основывается на информации с сайта компании «SAMSUNG» по ссылке: http://www.samsung.com/global/business/business-images/led/file/product/lighting/201401/SAMSUNG_LED_Components_IES_LM80_Testing_Results_Rev.3.0.pdf



Рис. 11 Светильник SN675-48-96 мощностью 48 Вт и световым потоком 4400 Лм. Размещение определенного количества светодиодов при соблюдении теплового режима их работы позволяет добиться от светильника длиной 1000 мм светового потока равного 6600 Лм.

Таблица 2. Данные «Life times» для серии LM561B

IES LM 80 Testing Results

LM561B

- Revision : 2.1 (2013.10.31)
- Applicable order code : SPMWHT541M*****

Test Summary

- Test site : Samsung, Korea
- Sample size : 30 pcs
- Number of Failures : 0 pcs

Drive Current (mA)	Temp. T _s (°C)	Test Duration (h)	Test Result		Reported IES-TM-21-11 Life times (h)		
			Lumen Maintenance	Chromaticity Shift ($\Delta u'v'$)	L ₇₀	L ₈₀	L ₉₀
100	55	6,000	98.1%	0.0013	>36,000	>36,000	>36,000
	85		96.8%	0.0020	>36,000	>36,000	29,000
	105		95.2%	0.0016	>36,000	24,000	12,000
150	55	6,000	98.1%	0.0009	>36,000	>36,000	>36,000
	85		97.3%	0.0028	>36,000	>36,000	30,000
	105		95.0%	0.0012	35,000	23,000	11,000

Сопоставляя данные теплограмм и зависимость срока службы светодиодов от рабочей температуры в таблице 2 можно сделать вывод, что применение алюминиевого радиатора в конструкции светильника позволяет существенно продлить срок их службы. При рабочем токе 100 мА светодиоды на алюминиевой плате без дополнительного теплоотвода имеют температуру +81 °С (теплограмма на рис.8) и прослужат до уменьшения светового потока на 10 % примерно в течение 29 000 часов, а при использовании корпуса с алюминиевым радиатором и снижении их температуры на 15 градусов (теплограмма на рис.9) позволит продлить этот срок до 36 000 часов (более 4 лет). Нетрудно представить, что произойдет с температурой светодиодов при использовании цельного корпуса из материала с низкой теплопроводностью (например, поликарбоната). Она будет гораздо выше, чем +81 °С на рис.8, в зависимости от габаритных размеров корпуса. При этом по данным таблицы 2 срок службы светодиодов может сократиться в несколько раз. При собственной температуре равной +105 °С и рабочем токе 100 мА, светодиоды потеряют 10 % яркости уже через год с небольшим.

В январе в ходе деловой поездки на птицефабрику «Чебаркульская птица» под Челябинском, где в настоящее время в корпусах для птицы установлено уже более 35 комплектов нашего светодиодного осветительного оборудования, мне удалось посетить и сделать контрольные замеры освещенности в корпусе репродуктора размерами 18X132 метра. В этом корпусе наша система светодиодного освещения эксплуатируется с января 2011 года. На рис. 12 размещены фотографии этого корпуса сразу после установки нашего оборудования и в январе 2014 года. Падение светового потока за три года эксплуатации составило не более 5 % от начального уровня.



Рис.12 Корпус репродуктора на предприятии «Чебаркульская птица». Слева фотография января 2011 года сразу после установки осветительного оборудования, справа - январь 2014 года

Ассортимент выпускаемой продукции компании «Техносвет групп» достаточно широк. Мы рассмотрели лишь его небольшую часть. Например, на нашем предприятии налажено производство светильников для офисных помещений, чаще всего встраиваемых в потолок типа «Армстронг». На рис. 13 изображена одна из моделей подобного светильника. При проектировании светильников для офисных помещений, исходя из требований нормативных документов по освещенности различных помещений (например, СНиП 23-05-95), как и в случае других светильников, был выбран определенный уровень освещенности. Для одиночного светильника при высоте подвеса над уровнем пола до 3 метров такой светильник должен создавать освещенность рабочей поверхности под собой на высоте 1 метра от пола (на удалении 2 метра от источника света) около 300 Лк. Рассчитать световой поток источника света при наличии этих данных не составляет труда,

согласно приведенной выше методики, световой поток должен составлять чуть более 3 700 Лм.



Рис.13 Светильник для помещений с потолком типа «Армстронг» со световым потоком 3500 Лм при мощности 35 Вт.

Подробная информация по данному вопросу приведена в статье ***«Использование светодиодных светильников для освещения внутренних помещений. Требования нормативных документов по освещенности, цветопередаче и спектру излучения источников света»*** в разделе ***«Важно знать»*** на сайте нашей компании www.ntp-ts.ru.

С учетом некоторых особенностей, в том числе, например, электрического соединения светодиодов, световой поток светильника на практике составил 3500 Лм при мощности 35 Вт. Такое значение вполне достаточно, так как создание большей освещенности свыше 300-350 Лк при ранее рассмотренных условиях, возможно правильным взаимным расположением нескольких светильников. Теперь определимся с рабочей температурой светодиодов в подобном светильнике. Здесь при разработке светильника наши специалисты изначально ориентировались на четко заданные габаритные размеры изделия - 600X600 мм. Площадь корпуса светильника оказалась достаточна, чтобы обеспечить необходимый температурный режим работы светодиодов на алюминиевой плате даже в случае использования стали в качестве материала для его изготовления.

Стоит упомянуть и о светильниках со световым потоком от 7 000 до 15 000 Лм, которые находят применение в уличном освещении, а также, например, складских помещений с высотой подвеса светильников более 4 метров. Требования к таким светильникам по герметичности и работоспособности в широких диапазонах изменения температуры и влажности, очень жесткие. Компания «Техносвет групп» основываясь на современных технологиях производства светодиодных светильников, на собственных знаниях и опыте, предлагает на рынке изделия, соответствующие предъявляемым требованиям. Причем стоимость 1 Лм в таких светильниках ниже 1 рубля, а в некоторых моделях может составлять 75-80 копеек. На рис. 14 приведены фотографии некоторых моделей со световым потоком более 7 000 Лм. На рис.15 светильник со световым потоком 7 000 Лм в процессе эксплуатации.



Рис. 14 Светильники уличного исполнения мощностью от 70 Вт до 105 Вт и световым потоком от 7000 Лм до 11 500 Лм. Размещение определенного количества светодиодов или светодиодных сборок при соблюдении теплового режима их работы позволяет добиться от светильника длиной 1100 мм светового потока более 20 000 Лм.



Рис. 15 Светильник СУ-70-7000 световым потоком 7 000 Лм. В момент съемки со времени его установки прошло более года.

В заключение хочу напомнить, что цель этой статьи показать зависимость срока службы светодиодов от особенностей корпусов светодиодных светильников. Специалисты компании при создании новых моделей светильников и модернизации существующих, руководствуются требованиями по соблюдению теплового режима работы светодиодов. К сожалению, вопросы контроля рабочего тока, напряжения и температуры светодиодов затронуты лишь отчасти из-за большого объема информации. Они будут вынесены в отдельную статью. Кроме того, не рассмотрена значительная часть продукции компании, связанной с источниками питания светодиодов и управления их яркостью.



Рис. 16 Блок управления БУ-5АП. Клавиатура позволяет упростить диалог с пользователем и значительно расширить возможности контроля выполнения программы непосредственно на самом блоке. Управляющий выходной сигнал на платы в блоках сопряжения может выдаваться блоком в дискретном виде, как сегодня реализовано управление у абсолютного большинства компаний, так и кодовыми комбинациями по специальному протоколу обмена информацией, что позволяет увеличить точность управления яркостью и повысить защиту от помех.

Например, блок управления яркостью светодиодных светильников, изображенный на рис. 16 позволяет за счет использования стандартной клавиатуры значительно упростить диалог с пользователем, сделать его удобным и значительно сократить число операций для создания программ прерывистого освещения по сравнению с вариантами блоков управления с меньшим количеством клавиш. Совместно со специальными платами в блоках сопряжения производится статистическая обработка управляющего сигнала по специальному алгоритму, что позволяет исключить мерцание светильников во всем диапазоне изменения яркости светильников.

Таким образом, можно сделать вывод, что создание и производство светодиодных светильников требует от специалистов предприятий знаний и навыков в различных областях физики и химии. Я, естественно, не упоминаю те компании, которые просто перепродают чужую продукцию и в угоду коммерческой выгоде могут заявлять самые фантастические характеристики продукции, понимая, что отвечать за это они не будут. Компания «Техносвет групп» на основе знаний и навыков своих специалистов, и большого опыта, предлагает на рынок качественную продукцию, которая соответствует современным требованиям и построена на базе современных технологий.