

К вопросу о том, что греется больше - поликарбонат или некоторые головы.

На сайте одной из компаний, которая занимается производством светодиодного освещения для птицеводства в качестве ответа на свой же вопрос: «Почему не греется светодиодный светильник из поликарбоната?» приводится «простой» (так сказано на сайте) расчет, в результате которого при мощности светильника 19,2 Вт на каждый квадратный сантиметр площади боковой поверхности цилиндрического корпуса светильника, целиком состоящего из поликарбоната, приходится 0,02 Вт рассеиваемого тепла. На основании этого делается вывод о том, что поликарбонат легко справляется с рассеиванием такой мощности и соответственно не требуется применение каких-либо специальных мер для эффективного отвода тепла, например наличия в составе корпуса алюминиевого радиатора. По моему мнению, выводы достаточно поспешные, не соответствующие действительности, и что самое главное, позволяющие ввести в заблуждение любого, кто не хочет или не имеет времени вдаваться в подробности. Для подкрепления этих выводов, такие производители предлагают определить на ощупь температуру корпуса из поликарбоната включенного светильника или с помощью тепловизора замерить температуру светодиодов, не вынимая плату из поликарбонатной трубки. Отсутствие ощущения тепла на поверхности поликарбонатного корпуса и показания тепловизором температуры, не намного выше окружающей, выдается такими людьми в качестве доказательства того, что светодиоды в таком светильнике эксплуатируются в условиях рабочих температур, не превышающих температуру светодиодов в светильниках, где есть алюминиевый радиатор. Соответственно, нет смысла использовать алюминиевый радиатор и усложнять конструкцию светильника, раз все и так отлично и светодиоды будут служить так же долго.

Давайте, попробуем разобраться в проблеме по порядку. Для этого мы будем опираться на законы термодинамики, как науки о превращениях энергии тел.

Первым делом выясним, насколько ошибаются или, что гораздо хуже, мошенничают некоторые производители, делая утверждение о том, что если мы не чувствуем высокую температуру на поверхности поликарбонатного корпуса включенного светильника и не видим ее на тепловизоре, значит и светодиоды внутри светильника находятся при такой же температуре, и поликарбонат «легко» рассеивает выделяемое ими тепло.

Сначала разберемся с осязанием или, по-другому, с тактильными ощущениями, как способом определения человеком температуры окружающих предметов. В основе этого органа чувств лежит реакция нервных окончаний на температуру поверхности кожи. Данный способ получения информации об окружающей обстановке, играет важную роль в системе приспособляемости живых организмов к условиям жизни, в чем, я думаю, все со мной согласятся. Но иногда этот канал информации может вводить нас в заблуждение и не соответствовать реальному положению дел. Например, в детстве, я думаю, многие зимой в большие морозы при прикосновении открытыми участками кожи к достаточно массивным металлическим предметам испытывали очень неприятные ощущения (я уже не говорю про язык). Но эти ощущения отсутствовали при таком же действии, например, с деревянными предметами. Мало того, если металл при таком прикосновении ощущался как крайне холодный, то дерево создало ощущение хоть и холода, но вполне комфортного (если конечно не стоять с открытым ртом полчаса). В чем же различие этих ситуаций?

Металл и дерево согласно термодинамике обладают различными характеристиками в области переноса тепловой энергии. Если дерево обладает малым коэффициентом теплопроводности, то у любого металла он гораздо выше. Ощущение температуры живыми организмами основано на реакции нервных окончаний на изменение температуры верхнего слоя кожи от нормальной температуры тела. При контакте с предметами, обладающими более высокой или более низкой температурой (то есть обладающими согласно термодинамике, большей или меньшей тепловой энергией) кожа человека соответственно начинает либо отдавать свою тепловую энергию, либо принимать ее от предмета с большей температурой (первый закон термодинамики – закон сохранения энергии). При этом температура верхнего слоя кожи начинает повышаться или снижаться, на что реагируют нервные окончания и в мозге возникает образ холода или тепла. Но почему существуют такие различия в ощущении предметов, находящихся на улице в морозный день и обладающих одинаковой температурой или о нагретый до кипения воды чайник можно серьезно обжечься, а чашку из керамики, при нахождении в ней воды с температурой выше $+90^{\circ}\text{C}$ можно продолжительное время держать в руках? Ответ можно найти с помощью термодинамики. Нулевое начало термодинамики декларирует необратимость установления термодинамического равновесия в любом случае взаимодействия систем с различной внутренней энергией (температурой). Коэффициент теплопроводности любого вещества можно рассматривать как показатель его

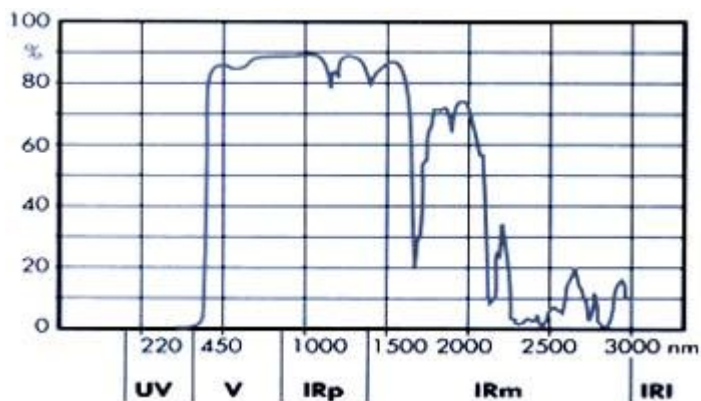
сопротивления отдаче или получению тепловой энергии. Таким образом, все металлы быстрее отдают и принимают тепло, а у предметов с большим коэффициентом теплопроводности внутреннее взаимодействие по передаче тепловой энергии в направлении теплового потока гораздо медленнее и менее эффективно. В момент контакта нашей кожи с металлом или деревянными предметами одинаково низкой температуры, металл будет забирать тепловую энергию нашего тела быстрее и в больших количествах за единицу времени, одновременно поднимая температуру гораздо большей площади своей поверхности, чем у дерева. Наша кожа обладает гораздо меньшим коэффициентом теплопроводности, чем у металлов и соответственно нагревается или охлаждается гораздо меньшая площадь, но в гораздо большей степени. В результате и ощущение тепла или холода при соприкосновении будет различным. Коэффициент теплопроводности дерева равен $0,18 \text{ Вт/м} \times \text{К}$, у монолитного поликарбоната $0,31 \text{ Вт/м} \times \text{К}$, а у стали $25-30 \text{ Вт/м} \times \text{К}$ и температуру поликарбонатного корпуса включенного

светодиодного светильника мы будем ощущать вполне комфортной, в таком же светильнике с радиатором из анодированного алюминия, коэффициент теплопроводности которого равен $18-20 \text{ Вт/м} \times \text{К}$, наша рука будет ощущать гораздо большую температуру. **Но именно это качество алюминия позволяет гораздо более эффективно отводить тепло от светодиодов при определенной конструкции светильника, существенно продлевая срок их службы.**

Итак, наши тактильные ощущения, в случае определения теплового режима работы светодиодов в светильнике могут привести нас к неправильным выводам, но у нас есть современные средства измерения температуры предметов, например, тепловизоры.

Принцип работы тепловизора основан на преобразовании излучения из области инфракрасного излучения (или теплового) в область видимого спектра. Инфракрасное излучение имеет диапазон длин волн $\lambda=0,74 - 2000 \text{ мкм}$ и несет информацию о температуре поверхности предметов, чем выше температура, тем меньше длина волны излучения. Современные тепловизоры имеют гораздо более узкий рабочий диапазон, а именно 7-14 мкм. Излучение с другой длиной волны он не видит. Некоторые «специалисты» с бодростью демонстрирующие результаты замеров температуры светодиодов во включенном светильнике через поликарбонат корпуса не знают или просто

«забывают», что посмотреть в соседнюю комнату через стену невозможно. Стена (деревянная или кирпичная) не прозрачна для видимого спектра, а поликарбонат, пропускающий излучение видимого диапазона длин волн, является непрозрачным уже начиная с длин волн равным 3 мкм (см. рисунок).



Спектральная характеристика поликарбоната

UV – обозначение ультрафиолетового излучения интенсивностью 136-400 нанометров (0,136-0,4 мкм)

V – обозначение видимого света интенсивностью 400-780 нанометров

IRp – обозначение для инфракрасных лучей интенсивностью 780-1400 нанометров (0,78-1,4 мкм)

IRm – обозначение для инфракрасных лучей с интенсивностью 1400-3000 нанометров (1,4 – 3 мкм)

IRI – обозначение для инфракрасных лучей с интенсивностью 3000-2000000 нанометров (3 – 2 000 мкм)

Для примера приведены снимки тепловизором светодиодного модуля, используемого в наших светильниках, его мощность 6 Вт. В целях эксперимента его поместили в поликарбонатную трубку диаметром 15 мм и длиной 0,4 метра. После четырех часов работы (этого времени достаточно для полного прогрева) были сделаны два снимка. На рис.1 теплограмма модуля в герметичной поликарбонатной трубке, а на рис.2 представлена теплограмма сразу после его изъятия из трубки.

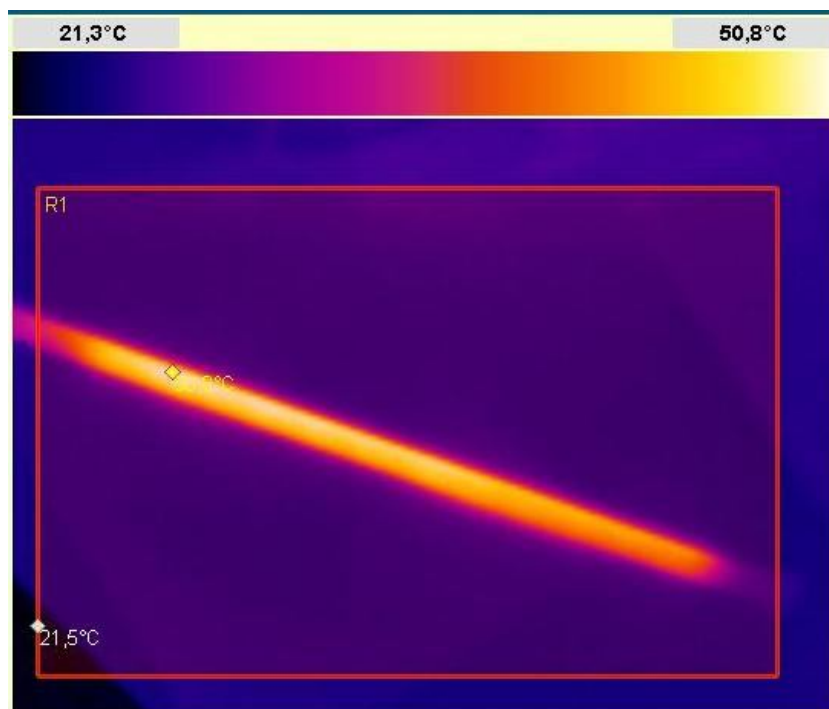


Рис.1 Теплограмма светодиодного модуля в поликарбонатной трубке после 4 часов работы. Температура корпуса (на поверхности поликарбоната), которую фиксирует тепловизор составляет +50,8 ° С.

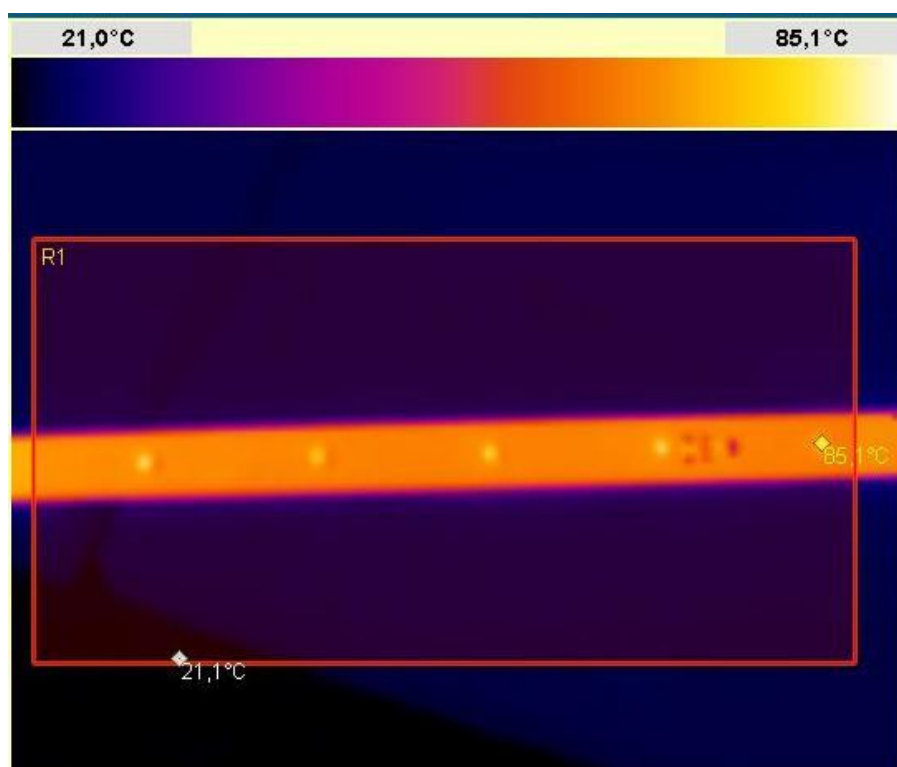


Рис.2 Теплограмма светодиодного модуля сразу после изъятия из поликарбонатной трубки. Температура светодиодов, которую фиксирует тепловизор составляет +85,1 ° С.

Таким образом, можно сделать вывод, что попытка определить температуру светодиодов через поликарбонатный корпус выглядит, как тщетное усилие посмотреть в соседнюю комнату через кирпичную стену, сколько не вглядывайся, ничего не увидишь. В этом случае, тепловизор будет показывать температуру на поверхности поликарбоната, который, исходя из его коэффициента теплопроводности, называют теплоизолирующим материалом. Благодаря свойству поликарбоната не пропускать большую часть теплового излучения и быть прозрачным в видимом спектре, а также другим полезным характеристикам, его с успехом используют в теплицах, делая возможным выращивать растения в местах, где климат гораздо холоднее их естественных условий. Для усиления свойств теплоизоляции поликарбонат производят слоистым или сотовым, делая в его структуре соты, наполненные воздухом. Такой способ в несколько раз уменьшает коэффициент теплопроводности и позволяет гораздо более эффективно сохранять тепло в теплицах и парниках.

Устройство светодиодных светильников, когда корпус представляет цельную поликарбонатную трубку, очень напоминает устройство сотового поликарбоната и в нашем случае играет негативную роль, сохраняя высокую температуру внутри корпуса и сокращая срок службы светодиодов в некоторых случаях в десятки раз.

Определение реального теплодинамического состояния светодиодов при их эксплуатации в различных видах корпусов достаточно сложно. Однако в свое время я производил расчеты для корпусов светильников, которые выпускает наша компания и готов вместе с результатами измерений представить их в следующей статье.

Технический директор ООО «Техносвет групп»

Дмитрий Гладин