

О коэффициенте мощности светодиодных ламп (в связи с требованиями ГОСТ Р 55705–2013)

Р.Х. ТУКШАИТОВ¹, Э.Ю. АБДУЛЛАЗЯНОВ¹, Р.М. НИГМАТУЛЛИН²,
АЙХАЙТИ ИСЫХАКЭФУ¹

¹ Казанский государственный энергетический университет

² Казанский научный центр РАН, Казань

E-mail: trh_08@mail.ru

Аннотация

На основе результатов исследования 38 светодиодных ламп разных производителей показано, что коэффициент мощности (КМ) у 90 % из них составляет 0,43–0,64, что значительно ниже минимальных нормативных значений по ГОСТ Р 55705–2013. Обоснована целесообразность повышения минимального нормативного КМ светодиодных ламп мощностью до 8 Вт с 0,70 до 0,85 и показана возможность такого повышения без удорожания этих изделий.

Ключевые слова: светодиодная лампа, коэффициент мощности, коэффициент нелинейных искажений, нормативные требования.

1. Введение

Коэффициент мощности (КМ) светодиодных ламп (СДЛ) относится к числу их основных параметров. (Он представляет собою отношение активной мощности СДЛ к полной и необходим при проектировании

осветительных систем.) Однако, несмотря на важность данного показателя, для которого разработаны нормативные требования [1], он зачастую не приводится в технической документации. Очевидно, потому, что его реальные значения во многих случаях значительно ниже нормативных [2, 3]. Вопрос соответствующей доработки нормативного документа [1] ранее поднимался в работах [4, 5], но продолжает оставаться открытым, требуя дальнейшего обоснования.

В соответствии с этим целью данной работы явилось определение пределов изменения КМ СДЛ разных торговых марок (производителей) и на основе полученных результатов предложить приемлемые пути решения указанного вопроса.

2. Методика исследования

Измерялись такие параметры, как потребляемая мощность $P_{\text{измерен}}$, КМ и коэффициент нелинейных искажений (КНИ) 38 СДЛ 19 произведе-

лей с заявленной мощностью $P_{\text{заявлен}}$ от 3 до 20 Вт.

Измерения P и КМ СДЛ осуществлялось измерительным прибором САТ2, а вычисление значений КНИ – по известной методике [6, 7].

В дополнение к этому оценивалось соответствие СДЛ нормативным требованиям по коэффициенту пульсации освещённости $K_{\text{п}}$ [8]. При этом измерение $K_{\text{п}}$ осуществлялось пульсметром-люксметром ТКА-ПМК (08).

3. Результаты экспериментов

Согласно полученным результатам (табл. 1), большинство испытанных ламп имеет достаточно низкие значения КМ, в 95 % случаев не соответствующие нормативным требованиям [1], представленным в табл. 2. (Аналогично, в работе [2] тоже показано, что, например, в выборке из 64-х СДЛ 96 % из них не удовлетворяют нормативным требованиям.) По результатам наших измерений и данным работы [2], лишь 10 % всех испытанных СДЛ имели КМ выше минимально допустимого нормативного значения. Среднее значение КМ было низким – 0,55, как и полученное при статистической обработке данных [2] – 0,52.

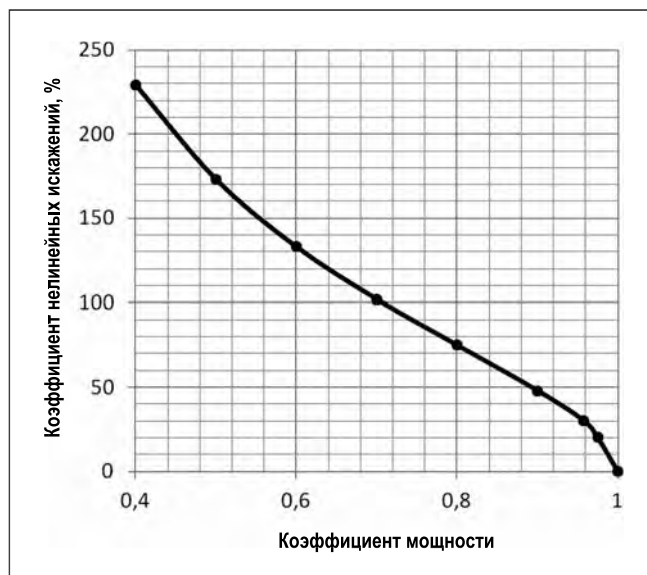
Обеспечить соответствующее качество СДЛ можно как повышением их КМ, так и некоторой доработкой ГОСТ [1].

Повышение минимальных значений КМ СДЛ, например, возможно снабжением их (в производстве) более эффективными активными корректорами мощности. Однако это может удорожать и, соответственно, затруднять реализацию ламп.

Для оценки степени удорожания СДЛ вследствие усовершенствования управляющих устройств («драйверов») нами проводился анализ имевших место в Москве [2] рыночных цен СДЛ во второй половине 2015 года. Применительно к СДЛ мощностью 7, 9 и 13 Вт были составлены три подвыборки их цен (табл. 3).

Из 13 СДЛ мощностью 7 Вт лишь 2 («Allight» и «KREZ») имели значения КМ, соответственно, 0,83 и 0,94, превышавшие минимальное нормативное (0,7). Из 9 СДЛ мощностью 9 Вт лишь у одной («Osram») КМ (0,92) был выше нормативного минимума (0,85). Третья подвыборка для анализа не использовалась из-за малости объёма.

Рисунок. Номограмма для определения коэффициента нелинейных искажений



Значения нескольких параметров светодиодных ламп

Таблица 1

Торговая марка (бренд) СДЛ	$P_{\text{заявл.}}$ Вт	$P_{\text{измерен.}}$ Вт	КМ	КНИ, %	$K_{\text{п}}$, %
ASD	20	14,5	0,60	108	<1
	11	9,1	0,53	159	<1
	5	3,9	0,56	128	<1
Compak	20	18	0,57	112	2,5
Wolta (шар)	18	18,5	0,58	61	<1
	9	9,1	0,57	129	<1
Gertz	17	12	0,57	130	<1
	11	8,6	0,57	138	<1
Geniled	16	13	0,54	150	<1
	12	11	0,56	140	<1
	10	9,6	0,53	122	11
	9	6,8	0,60	120	<1
	7	6,2	0,55	150	<1
	5	4,7	0,54	150	<1
ЭРА	13	12	0,73	82	11
	10	8,2	0,50	63	86
	8	6,0	0,51	90	30
	7	6,4	0,52	150	<1
	6	4,0	0,43	180	<1
Sylvanu	12	8,5	0,46	175	7,5
Komtex	10	9,9	0,40	230	73
	5	5,3	0,54	138	<1
Camelion	11	11,4	0,47	170	<1
	10	10,1	0,45	198	<1
	8	8,7	0,53	150	65
Pulsar	10	9,7	0,92	34	40
Jazzway	10	8,6	0,45	197	1,4
Philips	10	8,9	0,64	105	23
	8	7,9	0,91	30	23
Gauss	10	9,3	0,53	150	<1
	5	4,8	0,55	150	<1
Онлайн	10	9,2	0,61	118	<1
НЛО	9	10,9	0,47	155	<1
	7	7,1	0,45	170	<1
Включай	5,5	4,0	0,56	132	<1
Estaris	5,5	4,7	0,57	132	<1
Вирибrait	5	5,6	0,54	149	<1
Luna Plus	6	5,8	0,61	109	<1

Если в первой подвыборке цена одной СДЛ с высоким КМ выше средней в 2,6 раза, то цена другой СДЛ с высоким КМ, наоборот, вдвое ниже (150 руб.). Во второй подвыборке цена 9-ваттной СДЛ с высоким КМ боль-

ше средней лишь в 1,3 раза, но средняя цена в 1,25 раза ниже цены самой дорогой СДЛ («Energizer»).

По сообщению фирмы Maysun (Москва) и результатам анализа прайс-листов ряда других фирм, многие миро-

вые производители, в том числе китайские, отпускную цену СДЛ отчасти увязывают с уровнем их КМ. Однако из табл. 3 видно, что цена СДЛ на российском рынке пока достоверно не определяется их КМ и даже мощностью, что свидетельствует о наличии достаточно большой вольности в ценообразовании реализуемых СДЛ. Поскольку выявить удорожание СДЛ с повышением их КМ не удалось, можно заключить, что действующие требования к КМ [1] без этого удорожания вполне выполнимы.

Поэтому необходимы срочные административные меры по выполнению указанных требований, тем более, что многие производители с целью удешевления своих СДЛ идут, напротив, в сторону снижения КМ. Так, если 8-ваттная СДЛ фирмы Philips, приобретённая в 2013 г. на выставке «Interlight Moscow powered by Light+Building», имела КМ 0,91, то СДЛ той же мощности этой фирмы в 2015 г. имела, по данным [2], КМ 0,53.

Из табл. 1 также видно, что значения КМ СДЛ широко варьируются: от 0,40–0,44 до 0,94–0,99, чему соответствуют изменения КНИ от 5–30 % до 200–230 %. Нормативным минимумам значений КМ (табл. 2) соответствуют сравнительно большие предельные значения КНИ: 100, 60 и 45 % соответственно (рисунок). Поэтому последующее обоснование новых требований к КМ СДЛ необходимо увязывать с максимально допустимыми значениями КНИ, введя административное ограничение на поступление СДЛ с низким КМ и высоким КНИ на отечественный рынок.

КНИ СДЛ мощностью до 8 Вт слишком высоки, и потому осветительные системы с такими СДЛ могут быть источником кондуктивных помех [9], вследствие чего целесообразно повысить для них нормативный минимум КМ с 0,7 до 0,85 (как для СДЛ мощностью до 20 Вт).

Что касается заявленной мощности многих СДЛ, то у 70 % из них она в среднем завышена на 20 %. У остальных же 30 % СДЛ заявленная мощность несколько занижена, но не более чем на 7 %. Значительное завышение заявленной мощности многих СДЛ ведёт к завышению требования к уровню КМ. (Так, согласно табл. 1, заявленная мощность 9-ваттной СДЛ бренда «Geniled» за-

Нормативные значения коэффициента мощности светодиодных ламп по ГОСТ [1]

Таблица 2

Мощность, Вт	до 8	с 8 до 20	более 20
Коэффициент мощности	> 0,70	> 0,85	> 0,90

6. Verderber R.R., Morse O.C., Alling G.R. Harmonics From Compact Fluorescent lamps // IEEE Transaction on Industry Applications. – 1994. – Vol. 29, No. 3. – P. 670–674.

7. Мазумдар С., Мандал Р.С., Мухерджи А., Сур А.К. Коэффициент мощности и гармонический анализ компактных люминесцентных ламп со встроенными ПРА // Светотехника. – 2010. – № 1. – С. 32–37.

8. СанПиН 2.2.12.1.1.1278–03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий».

9. IEC61000–3–2: 2009 «Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3–2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)».

Таблица 3

Средние и предельные цены СДЛ разной мощности в торговых домах Москвы

Мощность, Вт	7	9	13
Объём выборки, шт.	13	9	2
Цена, руб	316 ± 58	375 ± 36	305 ± 94
Цена СДЛ с высоким значением КНИ, руб.	802	482	399

вышена на 32 %, и формально бы КМ должен быть $\geq 0,85$. Но, поскольку измеренная мощность данной СДЛ – всего 6,8 Вт, то, согласно табл. 2, требование к КМ снижается до 0,70.

Далее, электромагнитная совместимость у всех СДЛ по уровню радиопомех достаточно высока. Большие радиопомехи обнаружены только у 10-ваттной СДЛ «Pulsar» (даже в 10 м от неё практически невозможен качественный приём сигнала от радиостанций во всём УКВ-ЧМ диапазоне).

Другой немаловажный нормируемый параметр СДЛ – K_n [8]. Данный коэффициент у 93 % испытанных СДЛ не выходит за пределы нормативных требований, а у 68 % даже значительно ниже (≤ 1 %). K_n недопустимо высок (> 20 %) лишь у 7 % СДЛ (табл. 1).

4. Заключение

Результаты измерений ряда параметров СДЛ и статистическая обработка соответствующих литературных данных позволяют сделать следующие выводы:

- На рынке порядка 95 % СДЛ по уровню их КМ не соответствуют минимальным требованиям ГОСТ [1]. Вместе с тем нормативные требования вполне выполнимы без повышения рыночной цены СДЛ простой их покупкой у соответствующих производителей.

- Отпускная цена СДЛ многих мировых производителей отчасти определяется значением КМ этих ламп. Вместе с тем средняя рыночная цена СДЛ в России от этого параметра не зависит.

- Для снижения потерь в электросетях следует минимальное нормативное требование к КМ СДЛ мощностью до 8 Вт повысить с 0,7 до 0,85 (как для всех СДЛ мощностью до 20 Вт).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 55705–2013 «Приборы осветительные со светодиодными источниками света. Общие технические условия».

2. Шаракианэ А.С. Отчёт о выполнении проекта «Проведение независимой проверки качества светотехнической продукции» // Светотехника. – 2016. – № 1. – С. 69–86.

3. Тукушаитов Р.Х., Айхайти Исыхакаэфу, Нигматуллин Р.М., Иштырякова Ю.С. Применение ряда информативных параметров при сравнительной оценке качества светодиодных ламп торговых марок «Camelion» и «ASD» // Успехи современной науки. – 2016. – Т. 4, № 9. – С. 129–131.

4. Тукушаитов Р.Х. Методологические аспекты формирования в ГОСТ требований к коэффициенту мощности светодиодных светильников и его структуре / Проблемы и перспективы развития отечественной светотехники, электротехники и энергетики: мат. XII Всерос. науч. – технич. конф. с междунар. участием (Саранск, 28–29 мая 2015 г.) в рамках III Всерос. светотехнич. форума с междунар. участием / редкол.: О.Е. Железникова (отв. ред.), А.А. Ашратов (зам. отв. ред.), А.М. Кокинов [и др.]; МГУ им. Н.П. Огарёва. – Саранск: Издатель Афанасьев В. С, 2015. – С. 64–66.

5. Тукушаитов Р.Х., Абдуллазянов Э.Ю., Курмаев И.Х., Нигматуллин Р.М. Доработка ГОСТ Р 55705–2013 – путь к новым энерго-сберегающим возможностям светодиодных осветительных систем / Труды XV Международного симпозиума «Энергоресурсо-эффективность и энергосбережение» (Казань, 1–3 апреля 2015 г.). – Казань, 2015. – С. 200–203.



Тукушаитов Рафаил Хасьянович, доктор биол. наук. Окончил в 1963 г. Казанский авиационный институт. Профессор кафедры «Промышленная электроника и светотехника» Казанского государственного энергетического университета



Абдуллазянов Эдвард Юнусович, канд. техн. наук. Окончил в 1998 г. Казанский энергетический институт. Ректор Казанского государственного энергетического университета



Нигматуллин Рустэм Мухаметович, доктор техн. наук. Окончил в 1961 г. Казанский сельскохозяйственный институт. Ведущий научный сотрудник Казанского научного центра РАН



Айхайти Исыхакаэфу, инженер. Инженер Казанского государственного энергетического университета. Окончил в 2008 г. один из вузов КНР