

**Автор:** Александр Карев,  
эксперт международного комитета АПСС,  
технический директор ООО «МГК «Световые Технологии»

## О применении характеристики «коэффициент мощности» при техническом описании светодиодных светильников

*Современные светодиодные светильники, как и блоки питания компьютеров, и иной IT техники и др. - это нелинейные нагрузки, которые, будучи подключены к общей сети электроснабжения, могут серьезно исказить форму напряжения сети. А это может нарушать нормальную работу электронных устройств: вызывать сбои, сбивать синхронность, создавать помехи в сетях передачи данных. Кроме этого, реактивные токи и мощности в сетях - это потери на нагрев в генераторах, трансформаторах, конденсаторах, проводах.*

*Как сегодня правильно оценить степень воздействия нелинейных нагрузок на сеть, чем измерить и как сравнивать параметры? Что должен знать проектировщик осветительной сети о светодиодном светильнике для создания безопасного и надежного решения? Какие параметры светильника обязательно должны быть в сопроводительной документации и на этикетке?*

При описании электрических характеристик светодиодных светильников, как правило, используют три величины: напряжение питания, потребляемую мощность и коэффициент мощности или  $\cos \varphi$ .

А как правильно - коэффициент мощности или  $\cos \varphi$ ?

**Коэффициент мощности** обозначается буквой  $\lambda$  – это комплексный показатель, характеризующий линейные и нелинейные искажения формы тока и напряжения в электросети, обусловленные влиянием нагрузки (например, драйвера светодиодного светильника). Линейные искажения характеризуются коэффициентом смещения –  $k$ , а нелинейные коэффициент искажения –  $d$ .

Тогда коэффициент мощности выражается как:

$$\lambda = k \times d$$

Коэффициент смещения –  $k$  равен косинусу угла сдвига ( $\varphi$ ) между током и напряжением -  $\cos \varphi$ .

$$k = \cos \varphi$$

Коэффициент искажения ( $d$ ) сигнала равен отношению действующего значения основной(первой) гармоники к действующему значению всего сигнала и может быть выражен следующей формулой:

$$d = 1 / \sqrt{1 + THD^2},$$

где THD (Total Harmonic Distorsions) - коэффициент нелинейных искажений (КНИ) – показатель, характеризующий степень отличия формы сигнала от синусоидальной (ГОСТ 13109-97). THD – величина количественной оценки нелинейных искажений периодического сигнала равна отношению среднеквадратичного значения всех высших гармоник сигнала к величине первой гармоники:

$$THDI\% = 100 * \sqrt{\frac{I_2^2 + I_3^2 + I_4^2 + \dots + I_n^2}{I_1^2}}$$

в данном случае  $I_n$  – величины гармонических составляющих несинусоидального тока светодиодного светильника, а  $n$  – номер гармоники.

В итоге **коэффициент мощности** описывается так:

$$\lambda = \cos \varphi / \sqrt{1 + THD^2}$$

На практике измеренные значения коэффициента мощности для разных типов нагрузок оказываются в сильной зависимости от КНИ. Из таблицы 1<sup>i</sup> видно, как изменяется коэффициент мощности при росте нелинейных искажений в нагрузке при практически постоянном значении  $\cos \varphi$ .

Таблица 1

Тип нагрузки	Значение параметра			
	$\cos \varphi$ Коэффициент смещения	<i>THD</i> Коэффициент нелинейных искажений	d Коэффициент искажения	$\lambda$ Коэффициент мощности
Вентилятор	0.999	1.8	1.000	0.999
Холодильник	0.875	13.4	0.991	0.867
Микроволновая печь	0.998	18.2	0.984	0.982
Пылесос	0.951	26.0	0.968	0.921
Люминесцентный светильник	0.956	39.5	0.930	0.889
Телевизор	0.988	121.0	0.637	0.629
Компьютер и принтер	0.999	140.0	0.581	0.580

В случае применения светодиодных светильников с традиционными драйверами, всегда имеют место нелинейные искажения электрических сигналов и пренебрегать их влиянием на потери недопустимо. Как недопустимо и путать проектировщиков и инсталляторов светильников значениями  $\cos \varphi$  в технической документации.

Можно сказать, что представление об электрических процессах, как линейных, с идеальными синусоидально изменяемыми величинами, остались в прошлом, так же как остались в прошлом лампы накаливания, уступив место полупроводниковым светодиодным источникам света. Соответственно, приравнивать коэффициент мощности и  $\cos \varphi$  при измерении и описании электрических характеристик светодиодных светильников **нельзя!**

При анализе работы светодиодных светильников в электрической сети для описания искажений электрических сигналов следует применять комплексный показатель

- **коэффициент мощности** /Power factor/, ( $\lambda$ ).

Требования именно к этой характеристике нормируется в современных стандартах и технических регламентах, например, ТР ЕАЭС 048/2019 «О требованиях к энергетической эффективности энергопотребляющих устройств», ТР ТС 020/2011 "Электромагнитная совместимость технических средств" и др.

<sup>i</sup> HARMONICS AND HOW THEY RELATE TO POWER FACTOR W. Mack Grady The University of Texas at Austin Austin, Texas 78712 Robert J. Gilleskie San Diego Gas & Electric San Diego, California 92123 <http://users.ece.utexas.edu/~grady/POWERFAC.pdf>