

УДК 621.3

Влияние напряжения на основные характеристики источников света, используемых в наружном освещении

Джугля Ю.А., Пацко М.Н.

Научный руководитель - к.т.н., доцент КОЗЛОВСКАЯ В.Б.

Для электрического освещения городов, поселков и сельских населенных пунктов в основном применяются светодиодные лампы и лампы типа ДНаТ. Рассмотрим как влияет отклонение напряжения от номинального значения на основные характеристики ламп уличного освещения (мощность, световая отдача, срок службы, световой поток). Значение этих показателей приводятся в справочной литературе при номинальном напряжении. Однако, из-за потери напряжения в электрических сетях, многие световые приборы работают не при номинальном напряжении.

Современные источники света имеют срок эксплуатации до 30 тыс. часов. Во второй половине срока эксплуатации 50% ламп выходят из строя в результате повышенного напряжения. Ул: 21% - в результате разгерметизации горелки и выхода натрия; 14% - не загораются, другие выходят из строя по различным причинам, присущим всем разрядным лампам высокого давления. Срок эксплуатации ДНаТ ограничивается также постепенным ростом напряжения на лампе за каждую тысячу часов горения. Рост напряжения связан с уменьшением количества натрия в разрядной трубке, а также с утеплением разрядной трубки в результате почернения возлеэлектродных концов [7].

Значения светового потока в течение срока эксплуатации для системы “Лампа- ПРА” отличаются от соответствующих данных, которые обычно приводятся в каталогах для номинальной лампы. По результатам эксперимента, описанного в [5,8], увеличение U_c до 240В сокращает срок эксплуатации ламп приблизительно в 1,5-2 раза, ведет к увеличению мощности ДНаТ на 28% и необоснованному использованию электроэнергии в 1,28 раза больше. Повышение напряжения на 5% (230 В) увеличивает световой поток ламп на 16%. При понижении напряжения на 10% (200 В) от номинального значения, световой поток ламп типа ДНаТ уменьшается на 35%. А снижение напряжения на 10% уменьшает световой поток до 22%, но длительность горения в реальных условиях эксплуатации должна вырасти почти в 2 раза. При этом увеличивается скорость эрозии электродов, так как снижается их рабочая температура. При работе на переменном токе промышленной частоты каждый полупериод происходит перезажигание лампы и возможны пики перезажигания, связанные с явлениями на катодах, что также приводит к дополнительному распылению электродов. В результате происходит выход лампы из строя из-за дезактивации электродов, повышенного напряжения зажигания или из-за недостатка газа для существования разряда. Срок службы лампы существенно зависит от формы тока. При повышении амплитуды тока по отношению к его действующему значению, ток термоэлектронной эмиссии катодов не обеспечивает в полной мере пиковый ток лампы, растет ионная составляющая тока, приводящая к дополнительному распылению катода. Если срок службы лампы при синусоидальном токе (коэффициент амплитуды равен 1,41) принять за 100%, то при коэффициенте амплитуды 2, продолжительность горения падает на 30-40%.

Таблица 1 – Экспериментальные характеристики лампы типа ДНаТ-250

Характеристика	ДНаТ–250				
	200	210	220	230	240
U, В	200	210	220	230	240
P, Вт	212	241	250	295	307
E, лк	2028	2308	2714	3158	3528
cos φ	0,9	0,89	0,9	0,91	0,91
Φ, лм	19500	21700	25000	29000	33350
H, лм/Вт	91,98	90,04	100	101,02	108,63

Произведем расчет статической характеристики активной нагрузки, светового потока и световой отдачи для ДНаТ по [2].

Статическая характеристика активной нагрузки:

$$P = P_{\text{НОМ}} \left(2,43 \frac{U_y}{U_{\text{НОМ}}} - 1,43 \right), \text{ Вт}$$

Световой поток:

$$\Phi = \Phi_{\text{НОМ}} \left(1 + \frac{n(U_y - U_{\text{НОМ}})}{U_{\text{НОМ}}} \right), \text{ лм}$$

Световая отдача:

$$H = \frac{\Phi}{P}, \text{ лм/Вт}$$

Таблица 2 – Расчетные характеристики лампы типа ДНаТ-250

Характеристика	ДНаТ–250				
	200	210	220	230	240
U, В	200	210	220	230	240
P, Вт	194,77	222,39	250,00	277,61	305,23
Φ, лм	18545,45	21272,73	24000,00	26727,27	29454,55
H, лм/Вт	95,22	95,66	96,00	96,28	96,50

Повышение эффективности работы осветительной системы можно достичь в первую очередь, путем повышения качества электроэнергии. Лампы высокой интенсивности являются нелинейными потребителями, массовое использование которых наряду со средствами компьютерной техники, аудио-, видеотехникой, современными электробытовыми приборами приводит к значительным искажениям синусоидальности кривых напряжений и, как следствие, к обострению проблемы качества электроэнергии в электрических сетях.

Основными достоинствами светодиодных источников света является их экономичность, высокая световая отдача, малые габариты, высокая долговечность, отсутствие пульсаций светового потока, возможность получения излучения различного спектрального состава, высокая степень управляемости.

По результатам эксперимента, описанного в [5], для светодиодных ламп повышение напряжения на 5% особо не влияет на световой поток. При понижении напряжения на 14%, световой поток уменьшается на 17%. Отклонения напряжения от номинального значения очень сильно влияет на коэффициент активной мощности. Это приводит к увеличению потребления не только тока и активной мощности, но и реактивной мощности. Значение реактивной мощности за счет низкого коэффициента активной мощности, на несколько порядков больше чем активная мощность. При понижении напряжения на зажимах светодиодной лампы

на 14% (190 В) от номинального значения, реактивная мощность превышает активную мощность в 3,2 раза. При повышении +5% (230 В) реактивная мощность превышает активную в 3,6 раз .

Таблица 3 – Экспериментальные характеристики лампы типа СДЛ 6

Характеристика	СДЛ 6 Вт				
	200	210	220	230	240
U, В	200	210	220	230	240
P, Вт	4,54	5	5,43	5,76	5,98
Q, вар	14,9	17	18,10	20,50	21,70
cos φ	0,29	0,28	0,28	0,27	0,27
Φ, лм	396	432	452	458	463
H, лм/Вт	87,22	86,40	83,24	79,51	77,42

Литература

1. Козловская В.Б., Радкевич В.Н., Сацукевич В.Н. Электрическое освещение: учебник – Минск: Техноперспектива, 2011. – 543 с.
2. ТКП 45-4.04-287-2013 Наружное освещение городов, поселков и сельских населенных пунктов. Правила проектирования – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2013. – 19с.
3. Нормы качества электроэнергии в системах электроснабжения общего назначения: ГОСТ 32144-2013.
4. Результаты тестирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lamptest.ru/results/>
5. Международный научно – исследовательский журнал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://research-journal.org/wp-content/uploads/2011/10/11-4-53.pdf#page=117>
6. Научный журнал: «Фундаментальные исследования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=33617>
7. Айзенберг Ю.Б. Справочная книга по светотехнике. – 2-е издание, перераб. и допол. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 526 с.
8. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/vliyanie-nizkogo-kachestva-elektroenergii-v-setyah-naruzhnogo-osvescheniya-na-energoeffektivnost-lamp-vysokogo-davleniya>