

УДК 621.3

**ПУСКОВЫЕ ТОКИ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ
STARTING CURRENTS OF LED LAMPS**

Д.И. Траскевич

Научный руководитель В.Б. Козловская, к.т.н., доцент
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

D. Traskevich

Supervisor – V. Kozlovskaya, Candidate of Technical Sciences, Docent
Belarusian National Technical University,
Minsk, Belarus

***Аннотация:** В данной работе рассматриваются пусковые характеристики светодиодных источников света, принцип работы светодиодов, процессы, которые происходят при включении светодиодных светильников. Показаны способы сглаживания пульсаций и уменьшения пускового тока в светодиодных светильниках.*

***Abstract:** In this paper, we cover the topic of studying the starting characteristics of LED light sources. The principle of operation of LED and the processes that occur when LED lights are turned on are also considered. The methods of smoothing pulsations and reducing the inrush current in LED lamps are shown.*

***Ключевые слова:** пусковые токи, светодиодные светильники, автоматические выключатели, галогенные лампы, лампы накаливания, драйвер.*

***Keywords:** starting currents, LED lights, circuit breakers, halogen lamps, incandescent lamps, driver.*

Введение

За последние пять лет отношение к светодиодному освещению изменилось. На рынке появилось большое разнообразие видов светодиодных светильников, способных удовлетворить самые разнообразные потребности современной жизни.

Коммерческие комплексы, бытовое освещение, различные виды промышленности, отрасли хозяйства и многое другое, что требует качественного освещения развиваются за счет светодиодных ламп и их уникальных свойств.

Светодиодные светильники нашли широкое применение во всех сферах человеческой деятельности, завоевав популярность благодаря своей экологичности и энергоэффективности. Но, на первый взгляд "экономичном" использовании светодиодных светильников возможно срабатывание защитных механизмов, подобранных не с учетом всех тонкостей. Иногда при замене люминесцентных светильников на светодиодные может вызвать срабатывание предохранителей, которые ранее функционировали без проблем. Возникающие проблемы часто связаны с тем, что важность пускового тока недооценена.

Основная часть

В связи с тем, что большинство производителей светодиодных светильников утверждают, что их продукция не имеет пусковых токов, возникают лож-

ные ассоциации о светодиодных светильниках о том, что они начинают практически сразу излучать свет при подаче электричества, безо всяких переходных процессов. Однако на практике это не всегда так.

При включении осветительного прибора со светодиодными источниками света происходят определенные электрические процессы:

- 1) Преобразование энергии с минимальной задержкой: зарядка емкостных элементов входных фильтров драйвера мгновенно при подаче напряжения (менее 1 мс).
- 2) Возбуждение: запуск схемы драйвера с учетом времени (десятки миллисекунд)
- 3) Устойчивая работа: стабилизация тока светодиодного модуля освещения в пределах (до 0,5 с).

Зависимость изменения тока светодиода во время включения с четырьмя фазами приведена на 1 рисунке. Также нужно сказать, что для запуска устройства может понадобиться большая мощность, чем в установившемся режиме.

Такое явление, как пусковой ток наблюдается из-за того, что при запуске устройства может возникнуть потребность в большей мощности, чем в установившемся режиме. Зависимость изменения входного тока светодиодного светильника во время включения приведена на рисунке 1. Также там выделены четыре фазы:

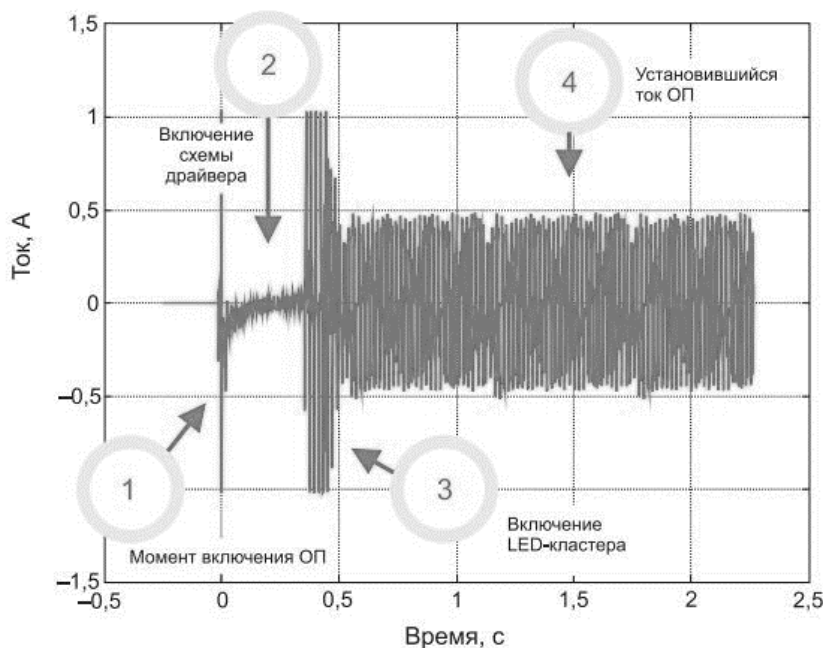


Рисунок 1 Изменение мгновенных значений тока в процессе включения ОП

Длительность пускового тока представляет собой период при включении, когда входной ток устройства превышает ток в установившемся режиме. Этот феномен характерен даже для "классических" источников света, таких как лампы накаливания. В начальный момент вольфрамовая нить имеет намного меньшее сопротивление, чем после нагрева до свечения, что приводит к значительному пусковому току, превышающему ток в установившемся режиме.

Этот механизм явления является одной из причин частых выходов из строя ламп накаливания (аналогично галогенным лампам) при включении. В разрядных источниках света, таких как натриевые, металлогалогенные и люминесцентные лампы, энергия в начальный момент направляется на создание плазмы между электродами, что обеспечивает начало свечения. Данные по кратности пусковых токов и их продолжительности можно найти в таблице 1.

Таблица 1. Данные по кратности пусковых токов

Тип лампы	Кратность пускового тока, не более	Длительность пускового тока, не более, с
Накаливания	15	0,3
Галогенная	15	0,3
Металлогалогенная	1,5	600
Натриевая	1,5	900
Люминесцентная	1,5	3

Лампы накаливания, а также галогенные имеют особенность: высокие пусковые токи, однако их переходные процессы происходят достаточно быстро. В то же время, для разрядных ламп, в частности для дневного света типа ДНАТ и металлогалогенных ламп, время запуска намного дольше, что требует увеличения запасов по току при проектировании электрической сети.

Устройство светодиодных светильников по бездрайверной схеме [Л] практически исключает возможность появления пусковых токов, однако из-за высокого уровня пульсации светового потока ограничивает область применения данных светильников достаточно сильно.

Определение пусковых токов все же актуально и для светодиодных светильников. Так как светодиодные светильники работают от сети переменного тока и обычно для них устанавливается конденсатор, сглаживающий пульсации. Когда включается светодиодный светильник конденсатор начинает производить загрузку, данный процесс способствует резкому скачку потребляемого тока (рисунок 2).

Величина пускового тока уравнивается относительно фазы и текущего значения напряжения в электросети. При включении на пике напряжения можно наблюдать максимальное значение пускового тока. А при пересечении через нулевую отметку пусковой ток достигает своего минимального значения.

Этот принцип также применим к светодиодным лампам-ретрофитам, работающим от сети переменного тока (за исключением самых простых моделей без драйверов). Если светильник оснащен отдельным драйвером, то кратность и продолжительность пускового тока определяются именно этим компонентом.

Обычно длительность пускового тока для светодиодных драйверов устанавливается на уровне 50% от максимального значения, обычно находясь в диапазоне от 100 до 500 микросекунд. Оценка воздействия даже такого незначительного импульса, который может привести электромагнитный выключа-

тель к срабатыванию, светодиодного светильника гораздо сложнее, нежели в случае с традиционными источниками света.

Рассмотрение двух видов воздействия на механизм автоматического выключателя: тепловое и электромагнитное способствует оценке влияния импульса пускового тока светодиода.

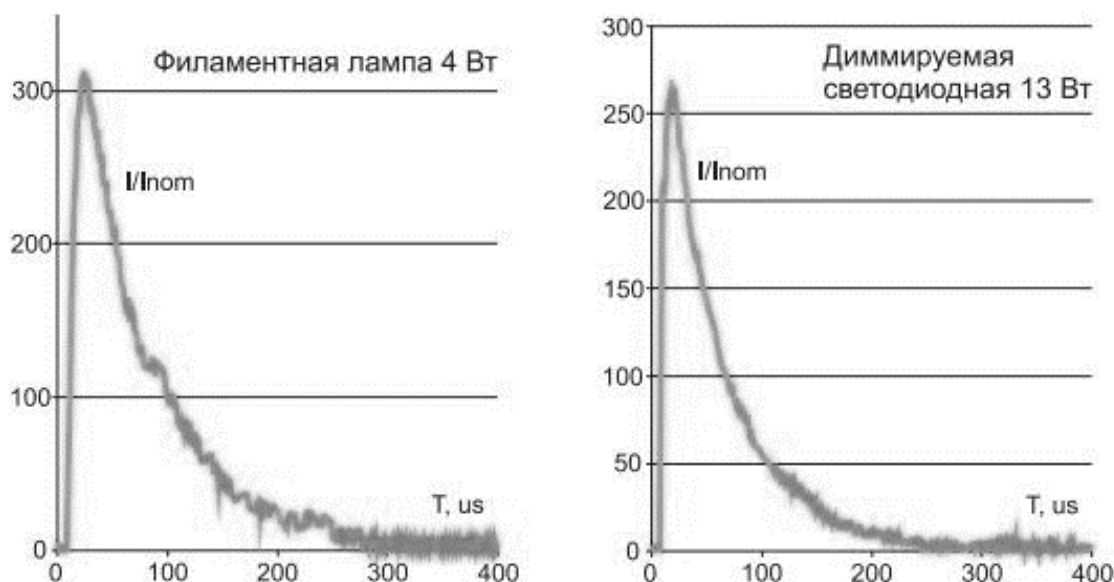


Рисунок 2. Кратность амплитудного значения импульса тока (I) по отношению к рабочему току (I_{nom}) при включении LED-ламп

Если включать группу светильников, у которых одно устройство защиты, то пусковые импульсы каждого ОП складываются, в этот момент возрастает амплитуда и длительность суммарного импульса тока, который проходит при включении ОУ через устройство.

В настоящее время разрабатываются различные устройства для управления пусковыми токами, и чаще всего их работа базируется на последовательном включении с регулируемым резистором, который снижает пусковой ток. Это приводит к медленной зарядке сглаживающего конденсатора в драйвере, увеличивая время пуска, но это изменение почти незаметно для конечного пользователя. Однако некоторые ограничители тока несовместимы со всеми типами драйверов, что является их основным недостатком.

Другой подход заключается в использовании драйверов с настраиваемой задержкой при запуске, время которой может варьироваться от экземпляра к экземпляру. При создании каждого драйвера время задержки устанавливается случайным образом или в соответствии с определенными правилами. Это позволяет избежать одновременного запуска двух или более драйверов, что существенно снижает вероятность конфликтов. Хотя добавление такой функциональности незначительно повышает стоимость драйвера, сокращение расходов на установку позволяет быстро окупить эти дополнительные затраты.

Заключение

Таким образом, в данной статье были рассмотрены пусковые токи различных источников света и их влияние на работу осветительных приборов при включении. Также данная работа подчеркивает важность учета пусковых токов при проектировании и эксплуатации осветительных систем с использованием светодиодов, особенно при работе со светодиодными светильниками переменного тока. Были освещены способы уменьшения пульсации тока и сокращения проблем, связанных с пусковыми токами, что позволяет обеспечивать эффективное использование светодиодного освещения в различных областях применения.

Литература

1. LED street light specifications as per public lighting tender [Электронный ресурс]/. Режим доступа: <https://www.zgsm-china.com/blog/led-street-light-specifications-as-per-public-lighting-tender.html>. – Дата доступа: 14.04.2024.
2. Impact of LED Lighting on Electrical Networks [Электронный ресурс]/. Режим доступа: http://xn--https-5xe//www.se.com/us/en/download/document/998-2095-10-15-14AR0_EN/. – Дата доступа: 11.04.2024.