

Динамика параметров натриевых ламп ВД в процессе эксплуатации в уличных ОУ

В.Г. БООС, С.А. ГЕРГОБИАНИ, М.Е. КЛЫКОВ, М.В. ЛОБАНОВ,
А.П. МЕРКУЛОВА, Л.Б. ПРИКУПЕЦ¹, Н.Н. СОФРОНОВ

ООО «ВНИСИ», ОАО «МОСЗ», ООО «Элкомс», Москва

Аннотация

Сообщается о результатах длительных масштабных сравнительных испытаний маломощных НЛВД типов *Vialox Nav T (son-t) 150 W* и *Vialox Nav T (son-t) 250 W* в комплектах с ЭМПРА и ЭПРА различных фирм.

Установлено, что напряжение на лампах и спад светового потока ламп в режимах длительных испытаний практически не зависят от вида ПРА (ЭПРА или ЭМПРА).

Для *Vialox Nav T (son-t) 250 W* к 6000 ч спад светового потока составил 10–12%, а для ламп *Vialox Nav T (son-t) 150 W* к 20000 ч горения – 18–20%. Повышение напряжения на лампах *Vialox Nav T (son-t) 150 W* к 20000 ч горения составило около 4–5%.

Ключевые слова: НЛВД, ЭПРА, ЭМПРА, спад светового потока, напряжение на лампе.

Уличное освещение, как и другие области освещения, переживает активное внедрение инноваций, связанных как с использованием новых перспективных источников света (ИС), так и с совершенствованием их схем включения. Этот процесс характерен для всех стран.

Отметим, что пока ещё весьма значительная доля ОП, применяемых в наружном освещении в России и за рубежом, приходится на светильники с технически устаревшими ртутными лампами с исправленной цветностью (РЛИЦ)².

В статье [1] приводятся следующие данные по соотношению количества светильников с разными лампами в уличных ОУ в Германии по состоянию на конец 2006 г.: с РЛИЦ 45%, с НЛВД 34%, с ЛЛ 15%, с КЛЛ 3% и с МГЛ 3%, а по данным [2] около

трети старых улиц и автомагистралей Европы ещё несколько лет назад было освещено светильниками (около 35 млн. шт.) с РЛИЦ, которые постепенно (темп около 10% в год) заменяются на светильники с НЛВД малой и средней мощности. Одновременно с этим на рынок активно продвигаются ОП с другими ИС. К последним относятся маломощные МГЛ с керамической горелкой и мощные (1–4 Вт) светодиоды (СД).

И всё же в соответствии с директивами ЕС в Европе на ближайшую и среднесрочную перспективу основным вариантом для замены РЛИЦ в уличных светильниках являются НЛВД. Предусмотрены специальные меры, которые начали осуществляться уже с апреля 2012 г. [3], устанавливающие порядок применения в уличных ОУ НЛВД только повышенной энергоэффективности с повышенным сроком службы.

Рассматривая вопрос о комплектации новых светильников с НЛВД тем или иным видом ПРА, предпочтительнее, как правило, отдаётся ЭПРА, которые обладают рядом преимуществ перед ЭМПРА: меньшей массой (в 2–5 раз); расширенным диапазоном сетевого напряжения U_c (190–250 В); стабилизацией мощности и светового потока лампы при колебаниях U_c ; возможностью регулировки светового потока лампы и повышенным КПД ПРА для ламп с мощностью до 500 Вт.

Впрочем существует и иная точка зрения [4], отдающая предпочтение ЭМПРА в связи с их большим (20–30 лет), чем в среднем у ЭПРА (5–6 лет) сроком службы. Указывается также на более сложную утилизацию ЭПРА по сравнению с ЭМПРА.

Приходится констатировать, что на фоне утверждений о значительных преимуществах комплектов НЛВД-ЭПРА перед стандартными схемами с ЭМПРА в литературе практически отсутствуют реальные количественные данные, позволяющие при-

нимать экономически обоснованные решения по использованию ЭПРА вместо ЭМПРА (в частности, в уличных ОУ). Тем более что предлагаемые разными производителями ЭПРА часто различаются по таким параметрам, как форма и частота тока. Поэтому проведение сравнительных испытаний НЛВД в схемах с разными типами ПРА в уличных светильниках в процессе их длительной эксплуатации представляется полезным и необходимым.

В данной работе сообщается о результатах уникальных крупномасштабных эксплуатационных испытаний комплектов НЛВД-ЭПРА в установках наружного освещения на разных объектах г. Москвы. Испытания проведены в рамках работы «Организация и проведение эксплуатационных испытаний опытных осветительных установок (ОУ) со светильниками с ЭПРА и НЛВД», поставленной во ВНИСИ по инициативе ГУП «Моссвет». Полученные результаты, на наш взгляд, могут быть использованы в дальнейшем при проектировании наружных ОУ со светильниками с НЛВД и разными типами ПРА.

Объекты испытаний. Для длительных испытаний комплектов НЛВД-ЭПРА были выбраны НЛВД фирмы *Osram* типов *Vialox Nav T (son-t) 150 W* (далее – НЛВД 150) и *Vialox Nav T (son-t) 250 W* (далее – НЛВД 250), соответственно, мощностью 150 и 250 Вт, установленные в светильниках ЖКУ-20–001 «Орион» производства Лихославльского завода СТИ.

Испытуемые образцы ЭПРА в комплектах отличались принадлежностью к разным фирмам-изготовителям (*Decsy, Osram, Tridonic, Philips, Vossloh-Schwabe*) и, соответственно, конструктивными (масса и габариты) и электрическими (форма и частота тока, мощность, КПД) параметрами. Параллельно для сравнения проводились испытания комплектов в тех же типах светильников со стандартными ЭМПРА соответствующей мощности (производства *Vossloh-Schwabe*).

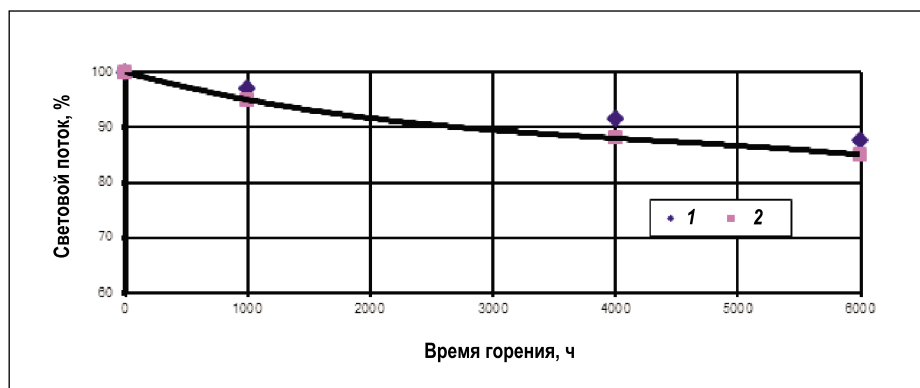
Светильники с НЛВД 150 или НЛВД 250 и разными видами ПРА составили восемь ОУ, установленных на пяти улицах г. Москвы, и одну ОУ – на кровле крыши заводского здания МОСЗ. Всего в этих ОУ было задей-

¹ E-mail: prikup@vnisi.ru

² В России это лампы «ДРЛ».

Особенности ОУ со светильниками с разными комплектами НЛВД 250-ПРА.

№ ОУ	Вид ПРА, изготовитель (страна)	Характеристики ПРА			Кол-во НЛВД, шт.	Общее кол-во НЛВД, шт.
		Мощность Вт	Частота, Гц	Форма тока		
1	ЭПРА, <i>Decsy</i> (Россия)	250	76000-78000	синусоид.	12	15
	ЭмПРА, <i>Vossloh-Schwabe</i> (Германия)	250	50	синусоид.	3	
2	ЭПРА, <i>Eltom Hashovet</i> (Израиль)	243	83	прямоуг.	9	12
	ЭмПРА, <i>Vossloh-Schwabe</i> (Германия)	250	50	синусоид.	3	

Рис. 1. Динамика спада светового потока НЛВД 250 при работе в светильниках с ЭПРА (1) и ЭмПРА (2) при $U_c=220$ В

становано 129 светильников. Из них 102 светильника с НЛВД 150 (в том числе 72 с ЭПРА и 30 с ЭмПРА) и 27 светильников с НЛВД 250 (из них 6 с ЭмПРА).

Длительность испытаний комплектов составляла 6000 ч, но в ОУ на кровле крыши заводского здания МОСЗ испытания светильников были продлены до 20000 ч, что близко к прогнозному ресурсу для испытуемых НЛВД. Эта ОУ содержала 30 светильников с НЛВД 150 при одинаковом количестве ЭПРА и ЭмПРА в своём составе (по 15).

Методика измерений состояла в определении начальных параметров комплектов, а затем в периодическом (через 2000–4000 ч) изъятии ламп из светильников и измерении их параметров в стационарных условиях с использованием схемы питания на стандартной частоте 50 Гц в соответствии с ГОСТ [5].

Параметры НЛВД измерялись как при номинальном U_c (220 В), так и при номинальной мощности ламп, что даёт более достоверную информацию об изменениях в НЛВД после длительной эксплуатации в светильниках.

Лампами сравнения при измерениях светового потока НЛВД служили НЛВД, измеренные в лаборатории световых и температурных измерений (ГУП РМ «НИИИС им. А.Н. Лодыгина», г. Саранск).

Испытания светильников в ОУ с НЛВД 250

Как видно из табл. 1, опытные ОУ различаются применением в них ВЧ-или НЧ-вариантов ЭПРА.

Каждая из ОУ имела контрольные светильники с образцами ЭмПРА. Время испытаний ламп в этих ОУ, к сожалению, было ограничено 6000 ч, составляющими около четверти от их ресурса. Изъятие ламп из све-

тильников для измерения параметров и анализа получаемых данных производилось через 1000, 4000 и 6000 ч с начала испытаний.

Из рис. 1 видно, что спад светового потока НЛВД 250 к 6000 ч практически одинаков для схем с ЭмПРА и обеих схем с ЭПРА: примерно на 14–12%. Этот результат не меняется и при измерении световых потоков при поддержании постоянной мощности.

Таким образом, не было обнаружено различий влияния испытуемых схем включения на стабильность светового потока НЛВД 250.

Изменений напряжения на лампах за 6000 ч работы в светильниках и с ЭПРА, и с ЭмПРА практически не наблюдалось.

Испытания светильников в ОУ с НЛВД 150

Более сотни светильников с НЛВД 150 в схемах питания с ЭПРА и ЭмПРА испытывались в течение 6000 ч в пяти опытных ОУ. В одной, установленной на крыше заводского здания МОСЗ, проведены более длительные испытания комплектов НЛВД-ПРА в течение времени, близкого к прогнозируемому ресурсу ламп (20000 ч). Особенности ОУ с НЛВД 150 представлены в табл. 2.

Как видно из рис. 2, наблюдаются схожие – порядка 15% – спады светового потока ламп к 6000 ч эксплуатации как для светильников с ВЧ (*Decsy*)-, так и с НЧ (*Tridonic*, *Philips*, *Vossloh-Schwabe*, *Osram*)-вариантами ЭПРА. При этом в схемах с ЭмПРА результат аналогичен.

Особенности ОУ со светильниками с разными комплектами НЛВД 150-ПРА

№ ОУ	Вид ПРА, изготовитель (страна)	Характеристики ПРА		Кол-во НЛВД, шт.	Общее кол-во НЛВД, шт.
		Частота, Гц	Форма тока		
3	ЭПРА, <i>Decsy</i> (Россия)	76000	синусоид.	9	12
	ЭмПРА, <i>Vossloh-Schwabe</i> (Германия)	50	синусоид.	3	
4	ЭПРА, <i>Philips</i>	150	прямоуг.	13	16
	ЭмПРА, <i>Vossloh-Schwabe</i> (Германия)	50	синусоид.	3	
5	ЭПРА, <i>Vossloh-Schwabe</i> (Германия)	119–130	прямоуг.	12	15
	ЭмПРА, <i>Vossloh-Schwabe</i> (Германия)	50	синусоид.	3	
6	ЭПРА, <i>Osram</i> (Германия)	130	прямоуг.	12	15
	ЭмПРА, <i>Vossloh-Schwabe</i> (Германия)		синусоид.	3	
7	ЭПРА, <i>Tridonic</i> (Австрия)	125	прямоуг.	11	14
	ЭмПРА, <i>Vossloh-Schwabe</i> (Германия)	50	синусоид.	3	
8	ЭПРА, <i>Tridonic</i> (Австрия)	125	прямоуг.	15	30
	ЭмПРА, <i>Vossloh-Schwabe</i> (Германия)	50	синусоид.	15	

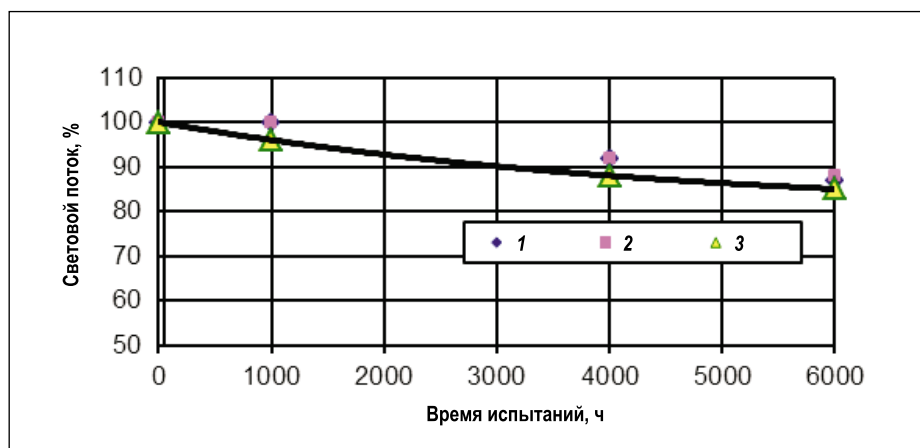


Рис. 2. Динамика спада светового потока НЛВД 150 при работе в светильниках с разными ПРА: 1 – ВЧ-вариант ЭПРА; 2 – НЧ-вариант ЭПРА; 3 – ЭмПРА

Особый интерес представляют результаты испытаний НЛВД 150 с ЭПРА и ЭмПРА в светильниках ОУ на территории заводского здания МОСЗ (рис. 3–5).

Как видно из рис. 3 и 4, спады светового потока и изменения напряжения на испытуемых НЛВД при длительных испытаниях мало зависят от схем включения – с ЭПРА или с ЭмПРА. Указанные спады к 20000 ч эксплуатации НЛВД составляют 15–20%, а рост напряжения на них – 4–5%.

Наряду со световым потоком ламп, в упомянутой выше ОУ проводились контрольные измерения габаритной

яркости светильников с соответствующими НЛВД до извлечения их из светильника (рис. 5). Как можно видеть, в пределах точности измерений, получены близкие результаты как по спаду светового потока ламп, так и – габаритной яркости светильников для обеих схем включения: с ЭПРА или с ЭмПРА.

В ходе длительных испытаний светильников во всех опытных ОУ было замечено, что выход из строя НЛВД 150 в светильниках с ЭмПРА несколько больше, чем в светильниках с ЭПРА.

Как видно из рис. 6, к 6000 ч эксплуатации выявляется, на первый взгляд, влияние вида ПРА на ресурс маломощных НЛВД: с ЭмПРА выход НЛВД 150 из строя составил около 18%, в то время как с ЭПРА – всего лишь около 6%.

Возможность дальнейшего (после 6000 ч) контроля за выходом НЛВД из строя имела только в ОУ № 8 (табл. 2): на ограниченном количестве ламп. По результатам испытаний в этой ОУ после 10000 ч выход ламп из строя не наблюдался и к моменту завершения эксперимента (20000 ч) влиянием вида ПРА на выход ламп из строя уже можно было пренебречь (рис. 7).

Оценка влияния различных факторов на динамику выхода НЛВД из строя – одна из сложнейших, и связана с условиями эксплуатации. По мнению авторов, большое влияние на этот процесс (как, впрочем, и на спад светового потока) оказывает пусковой режим ламп, точнее соотношение пускового и рабочего токов, а также динамика процесса разгорания. Из рис. 8 виден более «мягкий» характер влияния ЭПРА на лампу в пусковой период. В то же время и эти данные, как и другие приведённые выше, радикальных различий не выявляют, влияние видов ПРА на срок службы НЛВД пока не очевидно и нуждается в дальнейшем изучении.

При этом для авторов ясно, что влияние различных факторов на срок службы НЛВД следует оценивать одновременно на одной партии ламп определённой фирмы-производителя. Уровень качества ламп может нивелировать влияние типа ПРА. В подтверждение этого на МОСЗ был поставлен дополнительный эксперимент по оценке выхода из строя НЛВД 150 более позднего года выпуска (2010 г.).

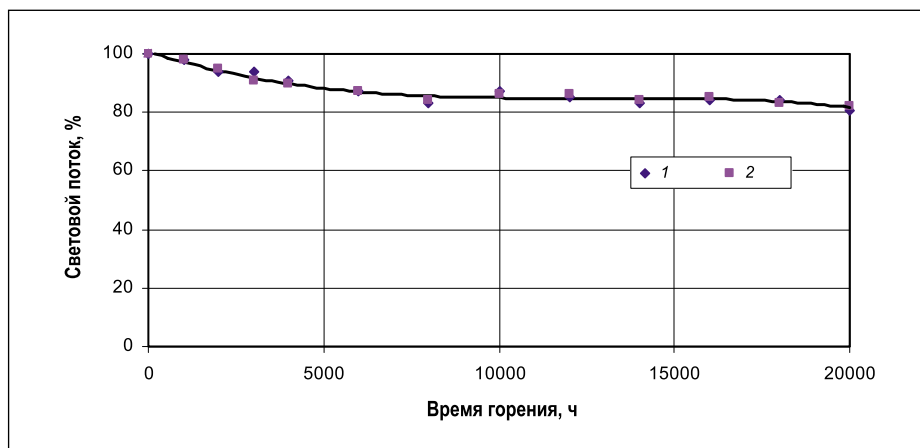


Рис. 3. Динамика спада светового потока НЛВД 150 при длительной работе в светильниках с ЭПРА (1) и ЭмПРА (2)

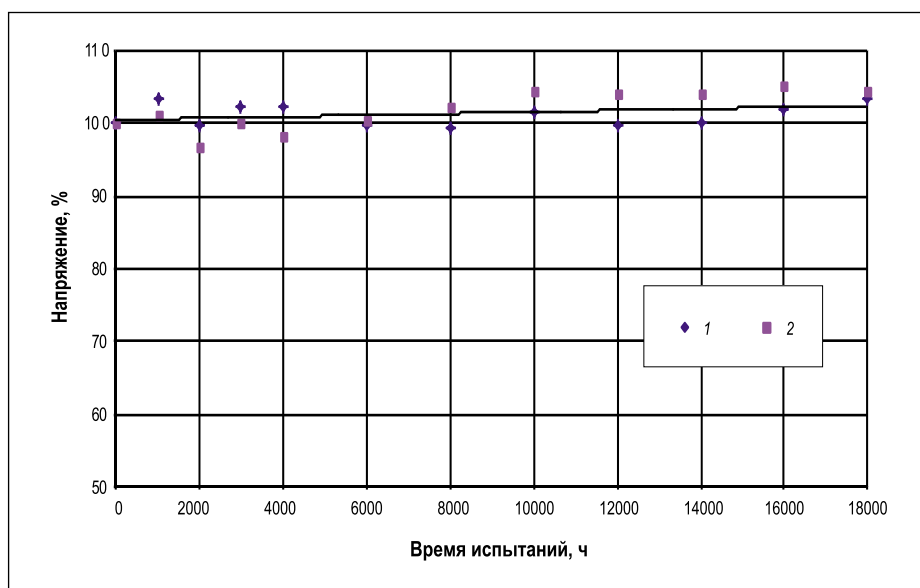


Рис. 4. Динамика роста напряжения на НЛВД 150 при работе в светильниках с ЭПРА (1) и ЭмПРА (2)

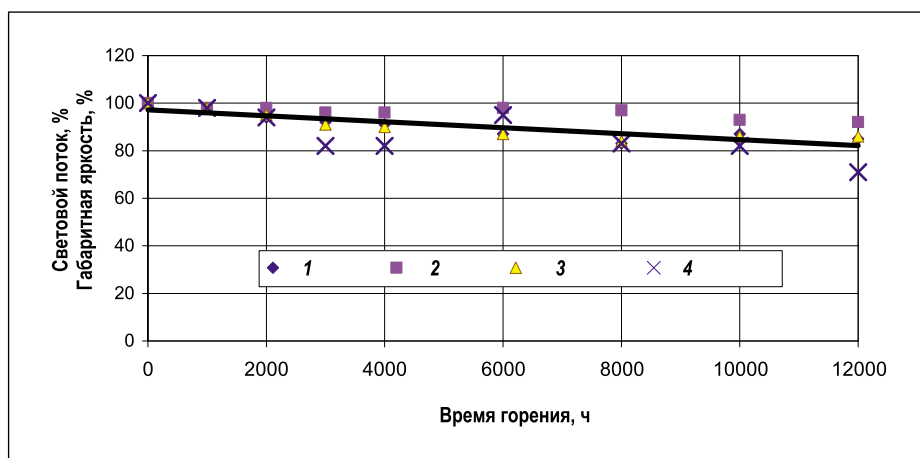


Рис. 5. Динамика спада светового потока НЛВД 150 при длительной работе в светильниках с ЭПРА (1) и ЭмПРА (3) и габаритной яркости этих светильников (2 и 4 соответственно) в ОУ № 8

Лампы были установлены в светильники ЖКУ-20–001 «Орион» с ЭмПРА и из светильников для измерения параметров лампы не вынимались. К 7500 ч горения был зафиксирован нулевой выход ламп из строя.

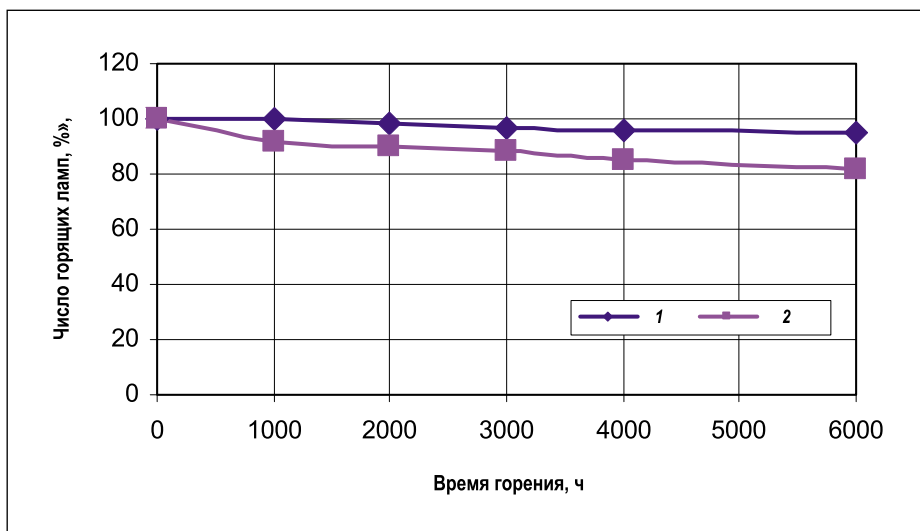


Рис. 6. Динамика выхода НЛВД 150 из строя при работе в светильниках с ЭПРА (1) и ЭмПРА (2)

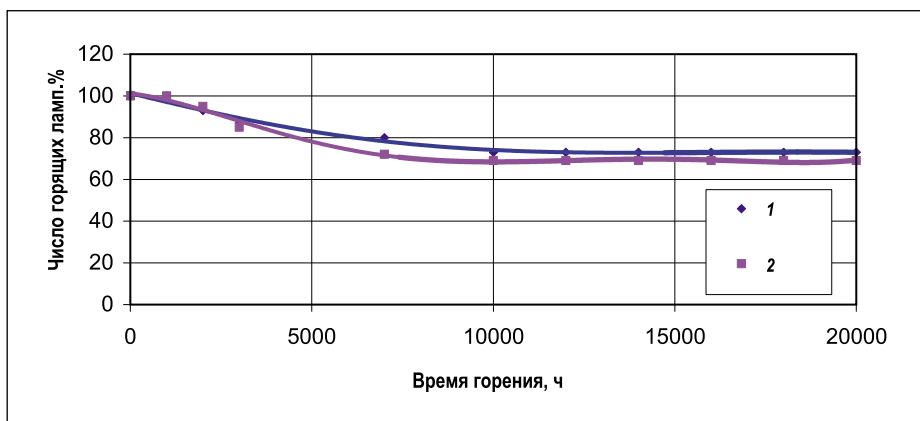


Рис. 7. Динамика выхода НЛВД 150 из строя при длительной работе в светильниках с ЭПРА (1) и ЭмПРА (2) в ОУ № 8

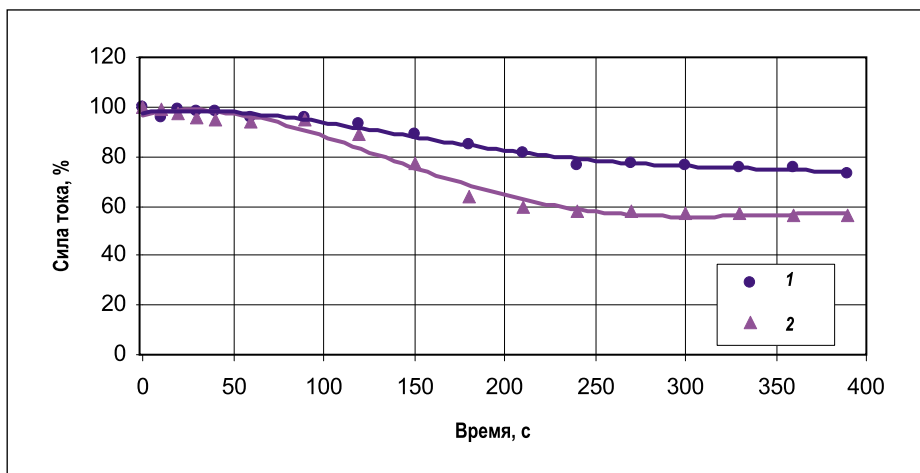


Рис. 8. Динамика снижения силы тока НЛВД 150 в пусковом режиме в светильниках с ЭПРА (1) и ЭмПРА (2)

Стоит отметить, что выход ламп из строя часто сопровождается разгерметизацией горелки и значительным потемнением колбы.

Преимуществом эксплуатации ламп с ЭПРА традиционно считается

экономия электроэнергии [6]. Однако проведенные в рамках данной работы измерения и расчеты применительно к испытуемым ЭПРА (PCSO 150 W, Tridonic) показали наличие экономии электроэнергии по сравнению с рабо-

той ламп в комплекте с ЭмПРА лишь при $U_c > 230$ В.

Заключение

В работе приведены результаты эксплуатационных испытаний современных маломощных НЛВД при работе в схемах с ЭмПРА и ЭПРА.

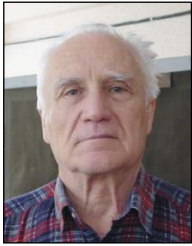
Ожидалось, что благодаря «идеальности» условий работы ламп с ЭПРА (стабилизация мощности ламп в рабочем режиме, отсутствие перезажи- ганий) темпы спада светового потока и роста рабочего напряжения на лампах в процессе эксплуатации с ЭПРА будут существенно ниже, чем с ЭмПРА. Однако испытания показали, что временная стабильность светового потока указанных ламп при использовании ЭПРА и ЭмПРА практически одинакова. Причина этого, на наш взгляд, – в сходности пусковых режимов на фоне высокого качества современных НЛВД.

Это результат должен учитываться при оценке достоинств предлагаемых рынком новых видов ПРА, например, таких как УПРУ [7], если технико-экономическое обоснование строит на том, что «новинки» уменьшают темпы спада светового потока и роста напряжения на лампе.

И наконец, хочется заметить, что высокие срок службы и стабильность светового потока современных маломощных НЛВД в условиях длительной эксплуатации могут служить основой для технико-экономического сопоставления ОП с НЛВД и светодиодными ИС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Yeni, M. Lux Europa 2009 – Ex oriente lux // Licht. – 2010. – No. 3. – S. 152–157.
2. Mehr Geschäft durch energieeffiziente Produkte // Elektro Wirtschaft. – 2006. – No. 9. – S. 10–13.
3. Прикупец Л.Б. Источники света на выставке «Light+Building-2012» // Светотехника. – 2012. – № 4. – С. 47–51.
4. Wei, Y., Hui, S.Y.R., Chung, H. S.-H. Energy Saving of Large-Scale High-Intensity-Discharge Lamp Lighting Networks Using a Central Reactive Power Control System // IEE Trans. Ind. Electron. – 2009. – Vol. 56, Iss. 8. – P. 3069–3078.
5. ГОСТ 17616–82 «Лампы электрические. Методы измерения электрических и световых параметров».
6. Барышиников А.Н., Панфилов Д.И., Поляков В.Д., Поляков Ю.Д. Энергосберегающий электронный пускорегулирующий аппарат для натриевых ламп высокого давления // Светотехника. – 1999. – № 6. – С. 7–10
7. URL: <http://economenergo.ucoz.ru/publ/> (дата обращения: 30.01.2013).



Боос Валентин Гербертович,
кандидат техн. наук.
Окончил с отличием
в 1961 г. МЭИ.
Заведующий
светотехнической
лабораторией ОАО
«МОСЗ»



Георгобиани Сергей Александрович,
кандидат техн. наук.
Окончил в 1981 г.
МЭИ. Заведующий
лабораторией ООО
«ВНИСИ»



Клыков Михаил Евгеньевич,
кандидат техн. наук.
Окончил в 1963 г.
МЭИ. Главный
специалист ООО
«Элкомс»



Лобанов Михаил Викторович,
студент.
Практикант ООО
«Элкомс»



Меркулова Алевтина Павловна,
инженер. Окончила
в 1966 г. МЭИ.
Старший научный
сотрудник ООО
«ВНИСИ»



Прикупец Леонид Борисович,
кандидат техн. наук.
Окончил с отличием
в 1970 г. МЭИ.
Заведующий
лабораторией ООО
«ВНИСИ»



Софронов Николай Николаевич,
инженер. Окончил
с отличием в 1970 г.
МЭИ. Старший
научный сотрудник
ОАО «МОСЗ»

НОВЫЕ КНИЖИ



Коммерциализация технологий в светотехнике:

учебное пособие / О.М. Михайлов, К.А. Томский — СПб.: ФГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет кино и телевидения», 2012. 188 с.

В книге рассмотрены основные принципы создания и управления инновационными процессами, методами и приемами обоснования инвестиций в научные, технические и коммерческие проекты. Приводятся основные понятия, термины и определения и анализируются практические возможности реализации различных типов инновационных проектов, включая разработку бизнес-плана.

Авторами предлагается алгоритм создания бизнеса со всеми этапами подготовки самостоятельного инновационного проекта, без задачи сформировать готового

предпринимателя. Полученные знания помогут специалистам и студентам вузов понимать этапы развития инновационной деятельности и сознательно участвовать в трансфере технологий, в том числе в области светотехники. Книга предназначена в качестве учебного пособия для студентов электро-энергетических специальностей вузов, а также специалистов, связанных с проектированием, использованием и обслуживанием систем освещения, построенных на основе различных источников света и реализующих разные технологии энергосбережения.



Теория цвета. Колориметрия:

О.М. Михайлов, К.А. Томский — СПб.: ФГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет кино и телевидения», 2011. 176 с.

Книга написана на основании практического опыта авторов в создании методик измерения цвета, определения особенностей восприятия и выражения цвета при его воспроизведении на различных устройствах отображения информации. Используются наработки по многолетнему преподаванию соответствующих дисциплин в государственных университетах. Книга охватывает определённый круг вопросов физиологической, геометрической и физической оптики. Подробно рассмотрены: проблемы цветового зрения с точек зрения физики и психологии; проблемы построения колориметрических си-

стем и цветовых равноконтрастных пространств, которые позволяют обосновать необходимость управления цветом. Применяемая терминология основана на современных определениях, принятых МКО и МЭК.

Книга написана доступным языком с необходимым справочным материалом и предназначена специалистам, изучающим цветоведение, управление цветом и колориметрию. В то же время она полезна в современном образовательном процессе для студентов разных профилей, так или иначе связанных с излучением и его воздействием на объекты окружающей среды.