

Самосогласованная модель люминесцентной лампы.

Часть 2. Моделирование электрических, оптических и электрокинетических характеристик ламп и комплекта «лампа — ПРА» при их работе в сети промышленного тока 50 Гц

ВВЕДЕНИЕ

В работах [1] показано, что математическая модель [2] расчета характеристик положительного столба позволяет достаточно точно определять электрокинетические и оптические характеристики ртутно-аргонового разряда в широком диапазоне изменения внешних параметров для постоянного тока разряда. В реальных режимах работы люминесцентных ламп, особенно при работе ламп с индуктивным балластом на частоте 50 Гц, вблизи паузы тока концентрация электронов и их температура могут быть много меньше средних за период.

В отношении проверки различных моделей такой режим работы газоразрядных ламп является существенно более «жестким» и представляет большой интерес прежде всего в проверке работоспособности модельной функции распределения электронов по энергиям (ФРЭЭ), точности определения скоростей различных процессов с участием электронов. Заметим, что вообще частотные характеристики такого разряда вызывают интерес [3, 4] в связи с наблюдаемым экспериментально [5] увеличением эффективности выхода резонансного излучения при увеличении частоты питающего напряжения.

В нашей предыдущей работе [6] были описаны результаты моделирования лишь электрических характеристик ламп и комплекта «лампа — ПРА» при питании их как током промышленной частоты, когда балластом является индуктивное сопротивление, так и при питании током частотой несколько десятков кГц, и проведено их сравнение с экспериментальными данными. В данной работе проверка рассматриваемой модели

проводится путем моделирования электрокинетических и оптических характеристик стандартных 40-Вт и компактных люминесцентных ламп (КЛЛ) при их работе с индуктивным балластом в сети тока промышленной частоты.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ 40-ВТ ЛАМПЫ В КОМПЛЕКТЕ «ЛЛ — ПРА»

Модель люминесцентной лампы и пакета «ЛЛ — индуктивный балласт» была описана нами в [6]. В качестве объекта моделирования выберем вначале стандартную 40-Вт люминесцентную лампу, многие макрохарактеристики которой известны с удовлетворительной точностью. Во-первых,

это, безусловно, ток, напряжение лампы и ее мощность: 0,43 А, 103 В, 39,5 Вт. Эти параметры можно считать известными с точностью до 0,5—1%. Фактически, это класс точности измерительных приборов. Вероятно, температуру холодной точки $t_{хт.} \approx 40^\circ\text{C}$ можно считать известной с точностью до 0,5...1°. Таков, возможно, несколько завышенный, перепад температур, обусловленный выносом тепла с внутренней стенки трубки [7].

С заметно худшей точностью известны характеристики, требующие собственно светотехники. Прежде всего, это выход резонансного излучения линий



Михаил Мальков

Кандидат физико-математических наук.

Окончил физический факультет и аспирантуру

МГУ им. М.В. Ломоносова.

Основная область интересов — зондовая диагностика и моделирование газового разряда.

МГУ им. Н.П.Огарева, Ген.директор ООО «Иннотех»

E-mail: michail.malkov@yandex.ru



Валерий Каланов

Инженер-светотехник, кандидат физико-математических наук.

Окончил аспирантуру физического факультета ЛГУ.

Основная область интересов — оптическая и зондовая диагностика газового разряда.

МГУ им. Н.П.Огарева, старший преподаватель.

Эксперт-консультант ГУП РМ «НИИИС им. А.Н.Лодыгина»

E-mail: kalan592@rambler.ru



Алексей Малахов

Инженер-светотехник,

Окончил кафедру светотехники ГОУВПО МЭИ (ТУ) по направлению источники света и ПРА.

Основная область интересов — разработка осветительных установок специального назначения.

Руководитель проектной группы ООО «ПРОСОФТ ТРЕЙДИНГ»

254 и 185 нм как наиболее значимых при оценках светового потока и КПД лампы. Хрестоматийно [7, 8] известен баланс 40-Вт лампы¹ — мощность излучения линии 254 нм составляет 22 Вт, а излучение линии 185 нм — 3,5 Вт. Заметим, однако, что ни данные [10], ни многие другие данные, скажем [11], такой мощности излучения линии 254 нм, вообще говоря, не показывают. Погрешность оптических измерений следует, видимо, оценивать в 10–20%. Анодно-катодные потери оцениваются для такой лампы в 5,6...6 Вт, потери на электродах, обусловленные омическим нагревом, в 1,5 Вт [8]. В данном случае погрешность оценок составляет не менее 20–40 %.

При моделировании работы лампы задавались: давление аргона: 3 Тор; длина положительного столба: 108 см; индуктивность дросселя: $L = 1,24$ Гн; его активное сопротивление 40 Ом; $R_k = 6$ Ом; $U_D = 220$ В. При усреднении по периоду тока, напряжения на лампе, выхода резонансного излучения и видимых линий, анодно-катодного падения потенциала $U_{ак}$ расчет дает: действующие значения тока I и напряжения U , соответственно, $I = 0,425$ А и $U = 103,5$ В, мощность лампы $P = 39,3$ Вт.

Суммарная мощность резонансного излучения $P_{рез} = P_{254} + P_{185} = 21,4$ Вт, или 66,6% мощности положительного столба ($P_{254} = 18,6$ Вт, $P_{185} = 2,8$ Вт), $P_{вид} = 1,03$ Вт, или 3,2% мощности столба, $U_{ак} = 15,6$ В.

Типичные расчетные «осциллограммы» тока и электрического поля разрядной трубки диаметра 3,8 см (внутренний диаметр принимается равным 3,6 см) для температуры холодной точки $t_{х.т.} = 40^\circ\text{C}$ представлены на рисунке 1. Для построения указанных величин полупериод представлен в градусной шкале.

Временные зависимости электрокинетических и оптических характеристик плазмы ртутно-аргонового разряда, стабилизируемого индуктивным балластом, представлены на рисунках 2–3.

Так, на рисунке 2 показано поведение во времени концентрации и температуры электронов, на рисунке 3 — выхода резонансного излучения линий 254 и 185 нм.

Прежде всего, отметим, что, согласно рисунку 1, разрядный ток, вообще говоря, отличается от синусоидального — это особенно заметно в моменты времени, когда электрическое поле разряда достигает пика. Далее, ток достигает максимума в момент времени, соответствующий фазе $\Delta\varphi = 100^\circ$. Наконец, ток и приложенное сетевое напряжение $U_c(t) = \sqrt{2} U_D \cos(\omega t)$ рассогласованы по фазе на $\Delta\varphi = 56^\circ$.

Рисунок 2 показывает, что временная зависимость электронной температуры подобна изменению электрического поля. (В момент отсутствия поля температура электронов, тем не менее, не успевает падать до газовой температуры.) Обращает на себя внимание поведение зависимости концентрации электронов (на оси трубки) в области $\varphi \sim 170\text{--}180^\circ$. Скорость падения концентрации на этом участке заметно уменьшается. В начале «перезажигания» при $\varphi > 5^\circ$ вплоть до $\varphi \approx 15^\circ$ она снова

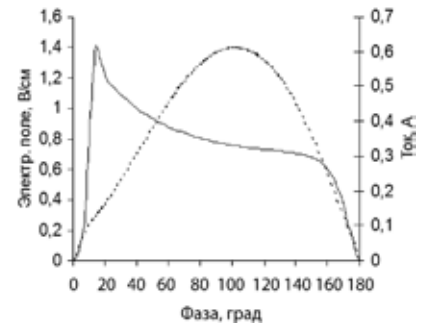


Рис. 1. Временные зависимости тока $i(t)$ (штриховая линия — вспомогательная ось) и электрического поля (сплошная линия) разряда

резко возрастает. Такое поведение вполне понятно — в диапазоне $170^\circ < \varphi < 180^\circ$ электронная температура значительно падает², что приводит к уменьшению коэффициента амбиполярной диффузии и, как следствие, к увеличению диффузионного времени жизни электронов. Резкий рост температуры после начала «перезажигания» приводит, соответственно, к резкому увеличению скорости ухода электронов —

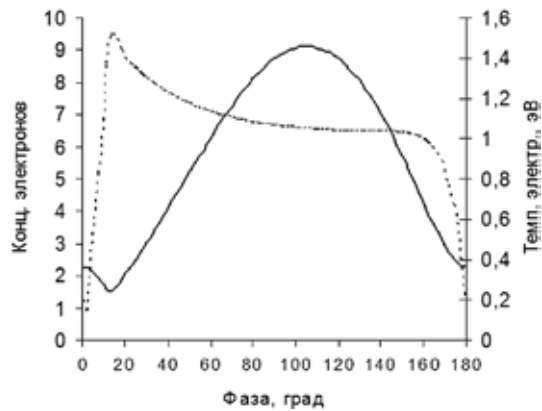


Рис. 2. Временные зависимости температуры (штриховая линия — вспомогательная ось) и концентрации электронов (в ед. 10^{11}см^{-3} , сплошная линия)

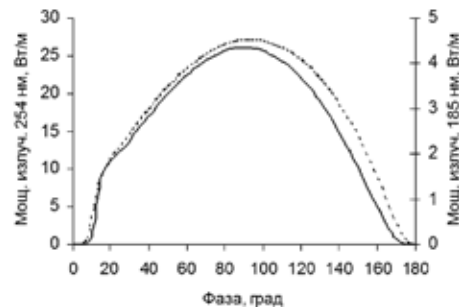


Рис. 3. Временные зависимости мощности резонансного излучения линий 254 нм (штриховая линия) и 185 нм (сплошная линия — вспомогательная ось)

¹ Приведенная выше мощность 39,5 Вт — объективная мощность согласно МЭК 81-84 [9].

² Скорость ионизации при этом пренебрежимо мала по сравнению со скоростью потерь электронов.

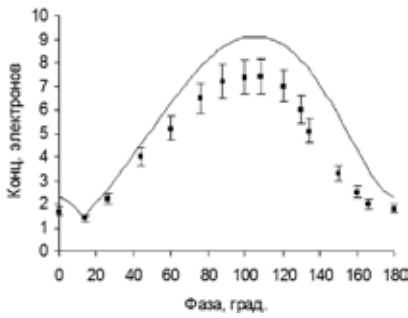


Рис. 4. Расчетные и экспериментальные временные зависимости концентрации электронов (в ед. 10^{11} см^{-3}). Расчет — сплошная линия, точки — эксперимент [11]

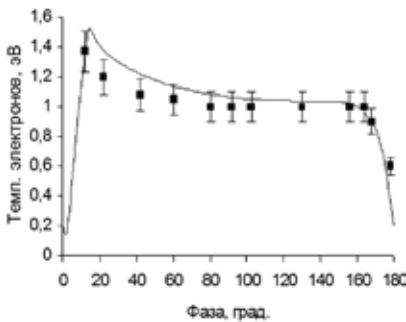


Рис. 5. Расчетные и экспериментальные временные зависимости температуры электронов. Расчет — сплошная линия, точки — эксперимент [11]

скорость падения концентрации увеличивается приблизительно до того момента времени, когда скорость ионизации не начинает превышать скорость диффузионного ухода электронов на стенку трубки.

Наконец, рисунок 3 показывает, что изменения во времени мощностей излучения линий 185 и 254 нм в целом подобны. Уменьшение концентрации и, главное, электронной температуры в области малых токов вызывает появление паузы излучения, которая несколько шире для линии 185 нм.

Обширные экспериментальные исследования временных зависимостей оптических и электрокинетических характеристик плазмы ртутно-аргонового разряда, стабилизируемого индуктивным балластом, проводились в [11]. Сравнение полученных расчетных данных с измерениями [11] представлено на рисунках 4–6. Рисунок 4 показывает

расчетные и измеренные временные изменения концентрации электронов, рисунок 5 — электронной температуры, рисунок 6 — мощности излучения линии 254 нм.

В соответствии с этими рисунками, качественно расчет и эксперимент полностью согласуются. Наблюдается также достаточно удовлетворительное количественное совпадение расчетных и измеренных временных зависимостей мощности резонансного излучения и электронной температуры (коридор погрешностей измерений на данных рисунках задан в 10%).

Что касается довольно заметного расхождения расчетных и экспериментальных данных на рисунке 4, то оно обусловлено погрешностью как анализируемой модели, так и, безусловно, зондовых измерений. Напомним, что зондовые вольтамперные характеристики (ВАХ) снимались в [11] с использованием импульсной измерительной схемы: время измерений варьировалось в пределах 0,1...1 мс. Полученные таким образом ВАХ выводились на экран осциллографа. Ясно, что само по себе осциллографическое снятие данных для определения концентрации n_e и температуры T_e электронов не может давать большой точности измерений³. В этой связи относительно измеряемой «температуры»⁴ электронов напомним [1] к тому же, что наклон зондовой ВАХ в диапазоне до 4,7 эВ, вообще говоря, не соответствует температуре электронов «тела» функции распределения электронов по энергиям. Напри-

мер, как показывают расчеты [1], из-за значительного обеднения ФРЭЭ быстрыми электронами⁵ вследствие неупругих соударений с атомами ртути средний наклон тела зондовых вольтамперных характеристик соответствует температурам, несколько меньшим (примерно на 5–10%), чем температура тела ФРЭЭ. Учет этого обстоятельства приведет к заметно лучшему согласию расчетных и экспериментально найденных величин температур электронов на рисунке 5 в начале полупериода тока. Отметим также ряд причин, вызывающих существенное занижение измеренных n_e по сравнению с предсказываемыми данной моделью. Во-первых, это эффект стока электронов на зонд [12], не учитываемый в измерениях [11]. Расчеты эффекта стока для условий [11], на которых мы останавливаться не будем, показывают, что зондовый электронный ток насыщения, по величине которого находится концентрация электронов, для зонда радиуса $a = 3...4 \cdot 10^{-3}$ см при давлении аргона 3 Тор «подавлен» (т.е. уменьшен по сравнению с истинным) приблизительно на 10–15%. Второй важной причиной является эмиссия электронов с зонда под действием фотоэффекта и бомбардировки поверхности зонда метастабильными атомами ртути. Наконец, заметим, что временного разрешения используемой в [11] схемы явно не хватает для измерений электронных температур в области малых токов. Согласно рисунку 4, в области $\varphi = 160...180^\circ$ характерный временной масштаб спада температуры

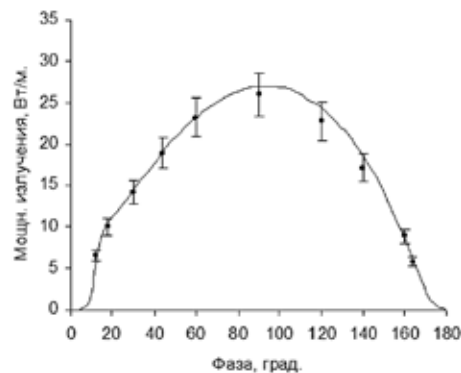


Рис. 6. Расчетные и экспериментальные временные зависимости мощности излучения линии 254 нм. Расчет — сплошная линия, точки — эксперимент [11]

³ Собственно, как и снятие данных с рисунков [11], используемых в данном случае для сравнения на рис. 4–6. Ее следует оценить в 5–7%.

⁴ Говоря о «температуре» электронов для немаксвелловской ФРЭЭ, мы, как обычно, имеем в виду характерный масштаб спада «тела» ФРЭЭ.

⁵ Т.е. электронами с энергией, большей пороговой энергии возбуждения низшего метастабильного уровня атома ртути 6^3P_0 .

составляет 10^{-4} с, или, иными словами, скорость спада температуры составляет 10^4 эВ/с. Таким образом, чтобы измерять T_e с точностью хотя бы 0,1 эВ, требуется временное разрешение схемы не менее 10^{-5} с. Видимо, именно этой причиной обусловлено существенное завышение измеренной температуры по сравнению с расчетной в этом промежутке ϕ . В свою очередь это приводит к значительному занижению в этом диапазоне ϕ измеренных концентраций по сравнению с расчетными.

Результаты моделирования изменения параметров такой лампы в зависимости от температуры холодной точки $t_{х.т.}$ при прочих неизменных условиях показаны на рисунках 7–9. Так, на рисунке 7 представлены зависимости тока I и напряжения U от давления паров ртути при изменениях температуры холодной точки в диапазоне 20–70°C. Согласно рисунку 7, величина напряжения на трубке по мере роста давления ртути вначале растет, достигая максимума при $t_{х.т.} \approx 30^\circ\text{C}$, и затем монотонно падает. Соответственно, разрядный ток с ростом $t_{х.т.}$ вначале падает, достигая минимума при $t_{х.т.} \approx 30^\circ\text{C}$, затем монотонно растет. Мощность разрядной трубки ведет себя аналогично падению напряжения на лампе — максимум мощности приходится на $t_{х.т.} \approx 30^\circ\text{C}$.

В том же температурном диапазоне на рисунке 8 даны изменения КПД η_{185} , η_{254} положительного столба для резонансного излучения линий 185 и 254 нм и η_{sum} для суммарной мощности излучения трубки (резонансных и видимых линий⁶). Согласно данному рисунку, если максимум η_{sum} достигается при температуре $t_{х.т.} \approx 48^\circ\text{C}$, совпадая с максимумом η_{254} , то максимум η_{185} обнаруживается при $t_{х.т.} \approx 30^\circ\text{C}$. Начиная с $t_{х.т.} \approx 50^\circ\text{C}$, наблюдается слабый рост η_{185} , обусловленный ростом ступенчатого возбуждения уровня 6^1P_1 с уровней $6^3P_{0,1,2}$. Наконец, на рисунке 9 представлены изменения суммарной мощности излучения столба $P_{\text{и.с.}}$, суммарной мощности излучения резонансных линий $P_{\text{рез}}$ и мощности столба $P_{\text{ст}}$ в зависимости от температуры холодной точки. Как показывает рисунок,

максимум выхода суммарного излучения достигается при давлении паров ртути, соответствующем $t_{х.т.} \approx 40^\circ\text{C}$ — он определяется положением максимума выхода суммарного резонансного излучения и также соответствует данной $t_{х.т.}$

Таким образом, если максимум мощности положительного столба (и лампы в целом) приходится на $t_{х.т.} \approx 30^\circ\text{C}$, то максимум мощности излучения на $t_{х.т.} \approx 40^\circ\text{C}$. Максимум КПД столба приходится на $t_{х.т.} \approx 48^\circ\text{C}$.

Для сравнения с экспериментальными данными ([8], см. рис. 11.5) на рисунке 10 приведены расчетная (нормированная к 100%) кривая выхода суммарного излучения и экспериментальные данные по световому потоку в зависимости от температуры окружающей среды. При таком сопоставлении считается, что ориентировочно температура холодной точки превышает температуру окружающей среды приблизительно на 20°C. Как показывает данный рисунок, наблюдается достаточно удовлетворительное совпадение расчета и эксперимента. Некоторое завышение расчетных данных над экспериментальными (коридор погрешностей 5%) в области малых температур и занижение в области больших температур может быть обусловлено тем, что, вообще говоря, принятое при сравнении положение о превышении температуры холодной точки над температурой окружающей среды приблизительно на 20°C справедливо лишь для мощности лампы 40 Вт. Умень-

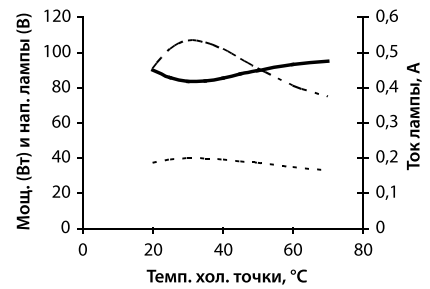


Рис. 7. Зависимости тока I (сплошная линия — вспомогательная ось), напряжения (пунктирная линия) и мощности лампы (штриховая линия) от температуры холодной точки

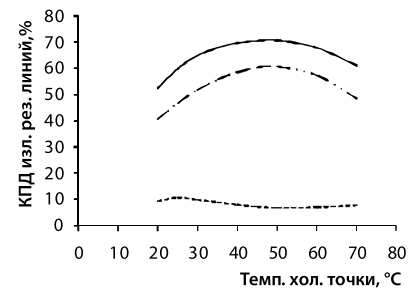


Рис. 8. Зависимости η_{sum} (сплошная линия), η_{254} (пунктирная линия), η_{185} (штриховая линия) от температуры холодной точки

шение мощности лампы (точнее, мощности положительного столба) приведет к тому, что реально температура холодной точки, скажем, при температуре окружающей среды 0°C будет равной не 20°C, как принято при проводимом сравнении, а 18...19°C. Это означает, что фактически, например, данная экспериментальная точка должна быть сдвинутой влево по оси температур примерно на 1...2°C. Аналогично при таком сравнении, например,

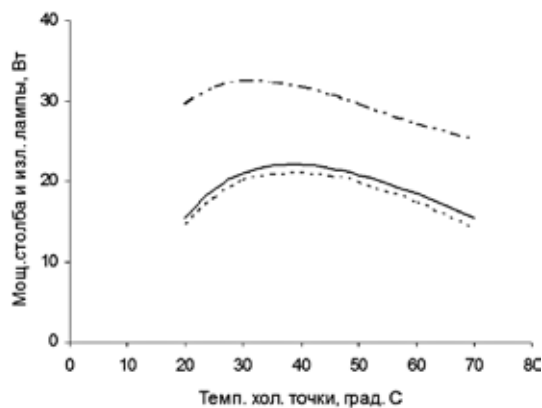


Рис. 9. Зависимости суммарной мощности резонансного излучения $P_{\text{рез}}$, лампы (штриховая линия), суммарного выхода излучения столба $P_{\text{и.с.}}$ (сплошная линия) и мощности положительного столба $P_{\text{ст}}$ от температуры холодной точки $t_{х.т.}$

⁶ Не включая мягкий ультрафиолет в диапазоне 2967–3663 Å.

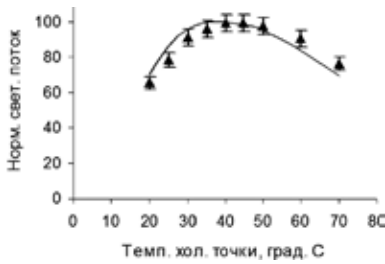


Рис. 10. Нормированные (на 100%) расчетная (сплошная линия) и экспериментальная зависимости светового потока от температуры холодной точки

точка $t_{х.т.} = 70^{\circ}\text{C}$ (температура окружающей среды 50°C) должна быть сдвинута влево на $3...5^{\circ}\text{C}$. Ясно, что такой сдвиг приведет к заметному улучшению совпадения расчета и опыта — особенно в области больших температур.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ КОМПАКТНЫХ ЛАМП В КОМПЛЕКТЕ «ЛЛ — ПРА»

Обратимся к моделированию работы компактных ламп. Эти лампы с узкими трубками внешнего диаметра 13 мм рассчитаны на работу в диапазоне температур холодной точки $45...47^{\circ}\text{C}$ [8]. При расчетах температура холодной точки выбиралась равной 46°C , внутренний диаметр — 10,5 мм.

«Осциллограммы» напряжения и тока 7- и 11-Вт ламп представлены на рисунках 11, 12. При моделировании работы таких ламп задавались: давление аргона — 3 Тор; длина положительного столба, соответственно, 14 и 34 см; индуктивность дросселя $L = 3,7$ Гн; его активное сопротивление оценивалось из экспериментальных данных [8]; $R_k = 5$ Ом, $U_D = 220$ В. При построении данных рисунков, в отличие от приведенных выше, за нулевую точку отсчета времени (фазы ωt) принято время, когда сетевое напряжение $U_c(t) = \sqrt{2} U_D \cos \omega t$ максимально.

Ток и приложенное сетевое напряжение рассогласованы по фазе для 7- и 11-Вт ламп, соответственно, на $\Delta\phi = 69^{\circ}$ и $\Delta\phi = 56^{\circ}$. В соответствии с экспериментом (см. рис. 11), после пика «перезажигания» напряжение на лампе в таких узких трубках вначале падает, но после достижения определенного минимального значения U_{\min} вновь растет, достигая во втором максимуме величины, заметно превышающей данное U_{\min} . Например, для 11-Вт лампы $U_{\min} \cong 77$ В, напряжение второго максимума составляет $\cong 101$ В.

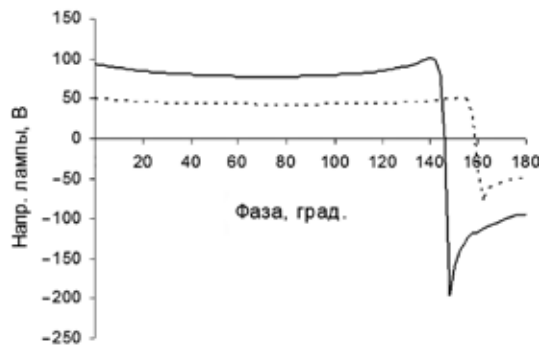


Рис. 11. Временные зависимости напряжения $U_n(t)$. Штриховая линия — 7-, сплошная линия — 11-Вт лампы

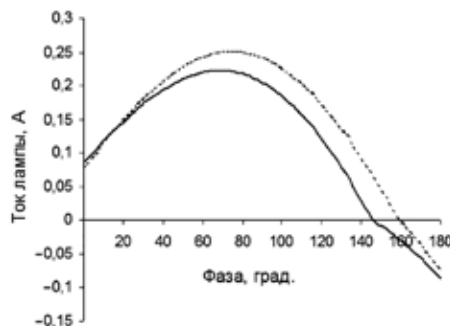


Рис. 12. Временные зависимости тока $i(t)$. Штриховая линия — 7-, сплошная линия — 11-Вт лампы

При усреднении по периоду тока, напряжения на лампе, выхода резонансного излучения и видимых линий, анодно-катодных потерь P_{ak} расчет дает соответственно: действующие значения тока $I: 0,178$ и $0,154$ А; напряжения $U: 45,3$ и $90,6$ В; мощность лампы $P: 6,85$ и $11,23$ Вт; суммарная мощность резонансного излучения $P_{рез} (P_{254} + P_{185}): 2,85$ и $6,2$ Вт; $P_{вид}: 0,25$ и $0,53$ Вт; $P_{ак} = 2,5$ и $2,2$ Вт (заметим, что в $P_{ак}$ не включены омические потери на сопротивлении R_k).

Сравнение расчетных данных с приведенными в [8] (табл. 11.6) значениями I, U показывает их весьма удовлетворительное согласие. О совпадении расчета анодно-катодных потерь и экспериментальных данных можно судить лишь косвенно — по хорошему совпадению расчетных и экспериментальных значений $I, U, U_{ак}$. Приведенные в этой же таблице данные по мощностям комплекта «лампа — ПРА» также показывают хорошее согласие с расчетом. Так, расчет дает, соответственно, для рассматриваемых ламп 11,8 и 15,2 Вт, эксперимент — 11,2 и 14,8 Вт.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, предлагаемая замкнутая модель расчета характеристик комплекта «люминесцентная лампа — балластное сопротивление» позволяет с хорошей (инженерной) точностью комплексно моделировать работу проектируемых источников света — оценивать как оптические, так и электрические параметры не только собственно лампы, но и комплекта в целом.

Хорошее совпадение расчета с экспериментом наблюдается как при моделировании работы «стандартных», так и энергоэкономичных и компактных ламп существенно меньшего диаметра. Как отмечалось [6], такая модель позволит проводить комплексное компьютерное моделирование работы любой новой системы питания ЛЛ, в т.ч. с электронным балластом.

Тем не менее отметим, что расчет, вообще говоря, не учитывает влияния на состояние плазмы люминофорного слоя. Согласно [13], люминофорный слой может отражать в ряде случаев до 10% падающего на него резонансного излучения. Возврат такой

незначительной части излучения обратно в разрядный объем эквивалентен в первом приближении увеличению на ~10% эффективного времени жизни $\tau_{эф}$ резонансно возбужденных атомов ртути. Очевидно, такое малое изменение $\tau_{эф}$ не скажется заметным (более чем на 2—3%) образом на рассчитываемых характеристиках как собственно лампы, так и комплекта в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Калязин Ю.Ф., Кокинов А.М., Мальков М.А.//Светотехника. №3. С. 4. 2005.
2. Литвинов В.С., Мальков М.А. и т.д. Светотехника. № 11. С.12. 1986.
3. Polman J., Werf J.E. Drop P.C. J. Phys. D. V.5. P. 266. 1972.
4. Drop P.C., Polman J. J. Phys. D. V. 5. P. 562. 1972.
5. Campbell J.H. Illum. Engng. V. 55. P. 247. 1960.
6. Самосогласованная модель люминесцентной лампы. Часть 1. Моделирование электрических характеристик ламп и комплекта «лампа — ПРА». Современная светотехника. №4. 2010 г.
7. Пляскин П.В., Федоров В.В., Буханов Ю.А. Основы конструирования электрических источников света. М. Энергоатомиздат. 1983.
8. Рохлин Г.Н. Разрядные источники света. М. Энергоатомиздат. 1991.
9. Лампы люминесцентные трубчатые для общего освещения. Комитет стандартизации и метрологии СССР. М. 1982.
10. Весельницкий И.М. Определение оптимальных параметров и некоторые вопросы конструирования люминесцентных ламп повышенной мощности. М. 1966.
11. Zahn R.J., Shaal G. Beitrage aus der Plasma Physik. V.13. N1. P. 37. 1973.
12. Иванов Ю.А., Лебедев Ю.А., Полак Л.С. Методы контактной диагностики в неравновесной плазмохимии. — М.: Наука. 1981.
13. Федоренко А.С. Экспериментально-расчетные исследования характеристик положительного столба разряда и совершенствование люминесцентных ламп. М. МЭИ. 1980. С. 218.

Калязин Ю.Ф., Кокинов А.М., Мальков М.А.// Светотехника. №5. С. 12. 2004.

Объявлены победители конкурса «Освещение завтрашнего дня — Lighting for Tomorrow»

Американская ассоциация освещения объявила победителей конкурса Lighting for Tomorrow в категориях: «Твердотельное освещение», «Светодиодные лампы для прямой замены» и «Управление освещением». Победители восьмого ежегодного конкурса Lighting for Tomorrow были названы на ежегодной конференции Американской ассоциации освещения (American Lighting Association (ALA)) в Лас-Вегасе. Под наблюдением ALA, Министерства энергетики США (DOE), и Консорциума по эффективности энергопотребления (CEE), в ходе проведения конкурса, сфокусированного на эффективности энергопотребления, было выделено 11 из 107 продуктов, которые распределили по трем категориям — «Твердотельное освещение», «Светодиодные лампы для прямой замены» и «Управление освещением». Пятьдесят компаний участвовало в конкурсе и девять судей оценивали представленные продукты по таким критериям как эффективность, внешний вид, цветопередача и эстетика. Среди продуктов-конкурсантов

было 69 твердотельных светильников, 24 светодиодные лампы и 14 устройств контроля освещения. Все они были исследованы в Калифорнийском светотехническом центре (California Lighting Technology Center).

Победителями в категории «Твердотельное освещение» стали:

- Kichler Lighting, Design Pro LED Broad Roof LED Path & Spread Light
- Kichler Lighting, Design Pro LED Modular and Disc System
- Edge Lighting, Scope LED Pendant
- Edge Lighting, Scope LED Monorail/Track Light.

Поощрительную премию в этой категории получили:

- Albeo Technologies Inc., Agito — Intelligent Task Light
- Blackstone International Ltd., Sunter Architect LED Desk Lamp
- Cree LED Lighting, CR6 Downlight.

Единственным победителем в номинации «Светодиодные лампы для прямой замены» стала компания Philips с 12-Вт лампой,

предназначенной для замены 60-Вт лампы накаливания, которая была представлена ещё на выставке Lightfair International. Лауреатами премии в категории «Управление освещением» стали:

- Leviton Manufacturing Co., Inc., Decora CFL Slide Dimmer
- Lutron Electronics Co., Inc., Radio Powr Savr Occupancy/Vacancy Sensor with Maestro Wireless Switch
- Legrand/Pass & Seymour, RT1 7-Button Timer.

Организаторы Конкурса надеются стимулировать разработку энергосберегающего освещения — прежде всего твердотельного, хотя средства управления освещением могут также использоваться и с люминесцентными источниками света. Согласно ALA, около двадцати организаций национального масштаба, работающих в направлении эффективности энергопотребления, участвовали в Lighting for Tomorrow в этом году.

www.ledsmagazine.com/news/7/9/29