

УДК 621.3

СПОСОБЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ СВЕТОВОГО ПОТОКА ГАЗОРАЗРЯДНЫХ ЛАМП НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ ТИПА ЛБ

Мархель О.Л.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Козловская В.Б.

На данном этапе развития человечества большое внимание уделяется проблеме экономии электроэнергии. Одно из направлений решения стоящей проблемы заключается в экономии электроэнергии на освещение, в том числе и промышленных предприятий. Энергосбережение при освещении помещений возможно только при использовании систем управления локальной освещенностью, которые реагируют на наличие людей в помещениях и изменение внешнего освещения (свет из окон). Выгода обуславливается количеством часов использования осветительной нагрузки. Рассмотрим регулирование освещенностью на базе люминесцентных ламп. Для этого используют управляемые электронные пускорегулирующие аппараты (ЭПРА).

Управление световым потоком люминесцентных ламп, возможно, осуществлять либо путем полного отключения питания люминесцентных ламп, либо изменением напряжения и тока люминесцентных ламп. К преимуществам первого метода можно отнести максимально возможное энергосбережение, однако при этом невозможно осуществлять плавное управление световым потоком люминесцентных ламп. При использовании управляемых ЭПРА главным недостатком является наличие энергопотребления даже при отсутствии разряда в лампе. В этом режиме имеет место потребление схемы управления электронным балластом и также имеют место потери в катодах лампы, необходимые для прокала.

Управление световым потоком люминесцентных ламп возможно тремя способами: амплитудное регулирование, частотное регулирование и широтно-импульсное регулирование напряжения на выходе силового инвертора ЭПРА. На рис.1 представлена силовая блок-схема ЭПРА. Амплитудное регулирование можно производить путем изменения значения напряжения на выходе корректора коэффициента мощности. В ЭПРА с амплитудным управлением необходимо использовать схему понижающего преобразователя, одновременно реализующего функцию корректора коэффициента мощности. Значения частоты и длительности паузы при широтно-импульсном регулировании задается с помощью системы управления инвертора.

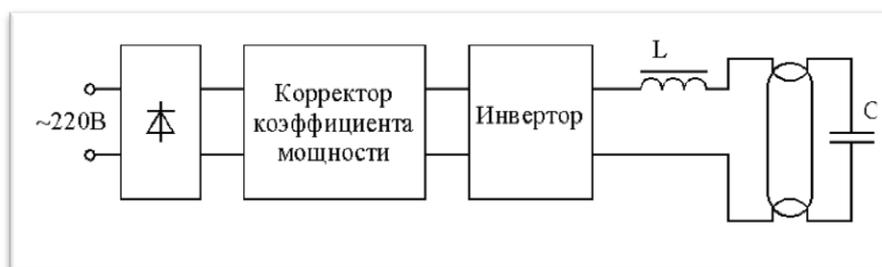


Рисунок 1. Силовая блок-схема ЭПРА.

Для сравнения различных способов регулирования светового потока была разработана модель электронного балласта и люминесцентной лампы, на базе модели, предложенной Краснопольским А.Е. [1]. Схема смоделированного электронного балласта и лампы представлена на рис.2.

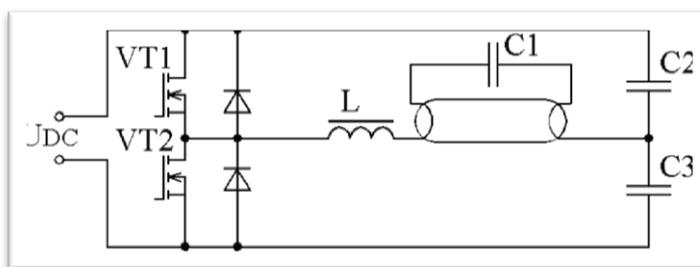


Рисунок 2. Электронный балласт

Силовой инвертор, в первом приближении с большой долей точности, можно заменить на двуполярный источник напряжения. Люминесцентная лампа представляет собой нелинейное сопротивление. Модель люминесцентной лампы построена на базе аппроксимационных выражений, основанных на средней концентрации электронов. Модель балласта и люминесцентной лампы представляет собой систему нескольких дифференциальных уравнений, для решения которых использовался метод численного интегрирования. Для получения действующей модели необходимо совместить уравнения модели лампы с дифференциальными уравнениями и уравнениями Кирхгофа для электрической модели балласта.

Для моделирования использовалась лампа мощностью 20 Вт. В результате были получены временные диаграммы работы балласта и лампы в установившемся режиме, представленные на рис. 3. Все временные диаграммы получены для работы лампы в номинальном режиме.

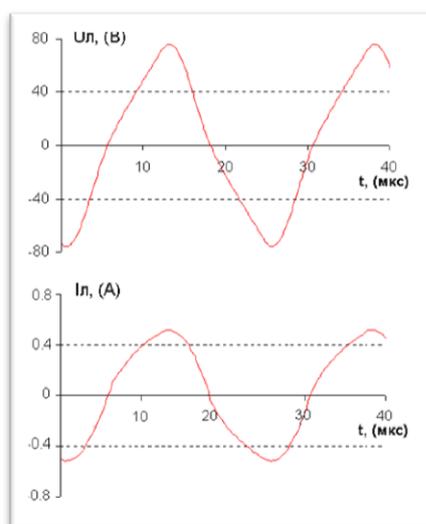


Рисунок 3. Временные диаграммы результатов моделирования

Изменяя значения напряжения питания, частоты и интервал паузы, можно смоделировать все способы изменения светового потока. С большой долей точности можно считать, что светоотдача лампы пропорциональна мощности разряда в лампе. Ниже на рис 4. представлены результаты моделирования частотного регулирования и для сравнения приведены результаты практического макетирования при тех же самых параметрах балласта и люминесцентной лампы.

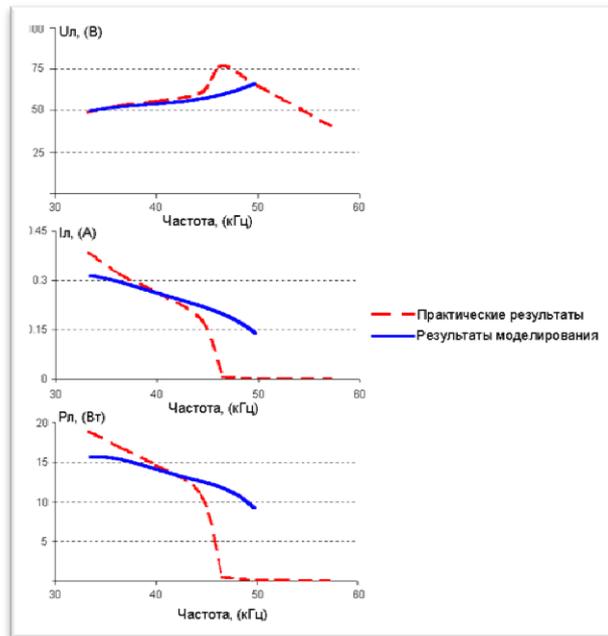


Рисунок 4. Результаты моделирования и макетирования частотного способа управления

При выборе наиболее приемлемого способа управления световым потоком, с точки зрения управляемости, необходимо учитывать линейность характеристики. Для частотного управления зависимость рассеиваемой мощности от частоты имеет ярко выраженный нелинейный характер.

На рис.5 представлены результаты моделирования и практического макетирования амплитудного управления напряжением питания инвертора. Зависимость выделяемой мощности от напряжения имеет гораздо более линейный характер в широком диапазоне изменения напряжения питания, чем при частотном управлении. Максимальному напряжению лампы соответствует момент затухания разряда в лампе.

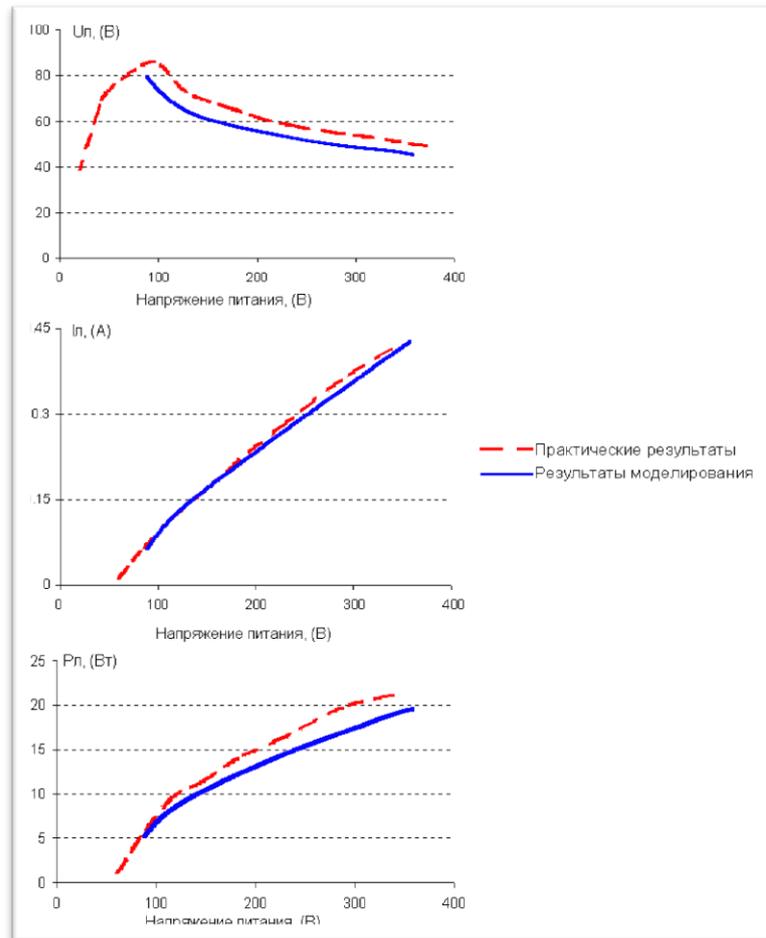


Рисунок 5. Результаты моделирования и макетирования амплитудного способа управления

Рассмотрим результаты моделирования широтно-импульсного регулирования. На рис.6 представлены временные диаграммы токов лампы и дросселя для режима работы лампы, при длительности паузы больше граничной.

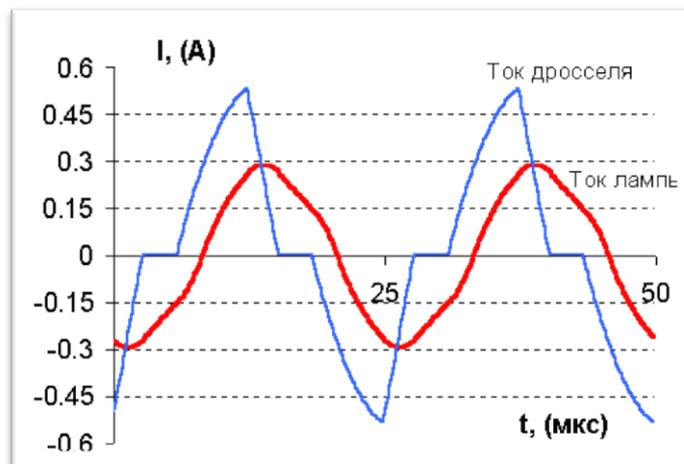


Рис. 6. Временные диаграммы моделирования широтно-импульсного способа управления

Имеет место достаточно линейный спад мощности рассеиваемой на лампе, при длительности паузы больше граничного значения. На рис.7 представлены зависимости тока, напряжения и мощности лампы от длительности паузы, при этом хорошо видна точка излома характеризующая граничный режим. Регулировка мощности лампы наблюдается в широком диапазоне мощностей, что дает хорошие предпосылки для использования этого метода в системах управления светом.

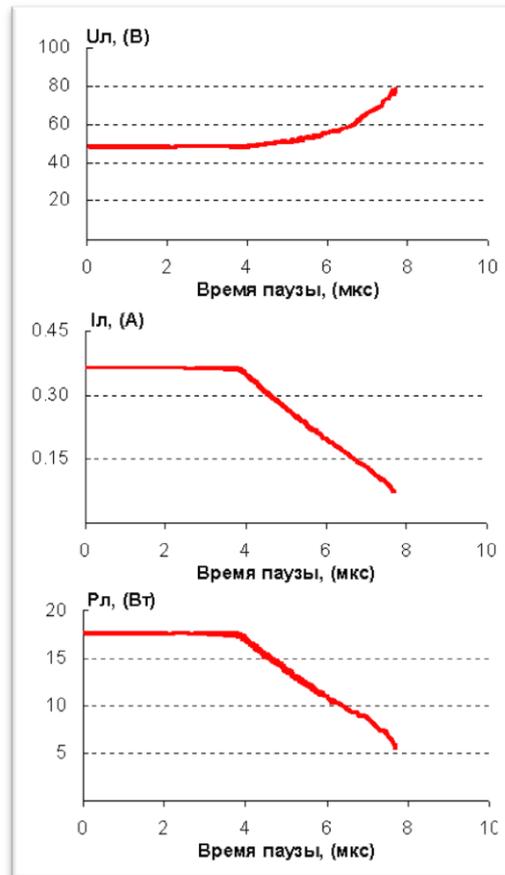


Рисунок 7. Результаты моделирования широтно-импульсного способа управления

Таким образом можно сделать следующие выводы:

Наилучшие результаты с точки зрения ширины диапазона регулирования мощности и линейности регулирования показало моделирование амплитудного и широтно-импульсного способа регулирования. Однако при построении управляемых ЭПРА одними из самых важных вопросов являются себестоимость и потери в ЭПРА. С точки зрения энергосбережения наилучшим представляется использование амплитудного регулирования.

Литература

Краснопольский А.Е. и др. Пускорегулирующие аппараты для разрядных ламп./ А.Е. Краснопольский, В.Б. Соколов, А.М. Троицкий. Под общ. ред. А.Е. Краснопольского. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 206 с.

Панфилов Д.И., Поляков В.Д., Обжерин Е.А. Сравнительный анализ способов регулирования светового потока люминесцентных ламп. <http://www.promel2000.com/index.php/ruspublic/21-svetregul>