

А.Г. АРУТЮНЯН

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ С ГАЗОРАЗРЯДНЫМИ ЛАМПАМИ

Рассматривается задача регулирования напряжения на зажимах осветительных установок (ОУ) путем компенсации реально существующего отклонения напряжения питающей электросети. Приведены зависимости потребляемой активной, реактивной и полной мощности ОУ от величины отклонения напряжения питания. Представлена однолинейная электрическая схема для регулирования напряжения на зажимах дросселя газоразрядных ламп изменением величины коэффициента и частоты пульсаций.

Ключевые слова: дроссель, световой поток, амплитуда, частота, пульсация.

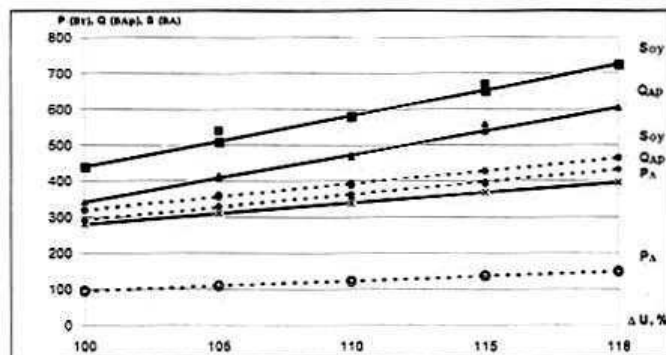
Известно, что на промышленных предприятиях около 10% потребляемой электроэнергии затрачивается на производственное освещение [1]. Правильное проектирование и эксплуатация осветительных установок приводят к минимизации эксплуатационных затрат, повышению производительности труда, уменьшению количества аварий.

Основными эксплуатационными показателями осветительных установок с газоразрядными лампами (ГЛ) являются срок службы ламп, потребляемая энергия и пульсация светового потока. Эти показатели, как видно из рис.1а и б, а также из [2], сильно зависят от величины напряжения питающей электрической сети. В работе рассматривается способ регулирования напряжения на зажимах ОУ.

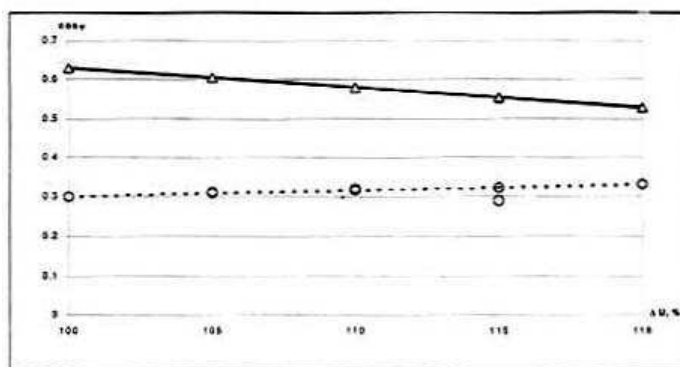
Известно [1], что основной причиной отклонения напряжений в системах электроснабжения предприятий является изменение режимов работы электроприемников и питающей энергосистемы, а также значительные индуктивные сопротивления линий 6...10 кВ. Характерным является тот факт, что производственное и уличное освещения работают в ночное время суток, когда нагрузка в энергосистеме минимальная. Именно в это время суток отклонения напряжения наибольшие.

Из графиков рис.1а видно, что даже при допустимом ГОСТом значении отклонения напряжения увеличивается потребляемая активная и реактивная мощность ОУ. Например, для ОУ с ДРЛ-250 и ДНаТ-100 при $\Delta U=5\%$ согласно [2] срок службы уменьшается на 13%, потребляемая активная мощность увеличивается соответственно на 12% и 17%. Существенно увеличивается также потребляемая реактивная мощность балластного дросселя - на 25% и 12,5%, а полная мощность ОУ - соответственно на 18% и 12,5%.

Результаты исследований показывают, что отсутствие регулирования отклонения напряжения в осветительных сетях с ГЛ приводит к увеличению затрат на их эксплуатацию, что, в свою очередь, приводит к перегрузкам питающей осветительной сети, уменьшению срока службы кабелей и коммутационных аппаратов и, следовательно, частым авариям в осветительных сетях.



а)



б)

Рис.1: а - зависимость активной, реактивной и полной мощности от величины отклонения напряжения: ■ для ДРЛ-250, □ для ДНаТ-100;

б - зависимость $\cos\phi$ ОУ от величины отклонения напряжения: — для ДРЛ-250, - - для ДНаТ-100

Из графиков рис. 1а видно, что с увеличением величины напряжения на ОУ потребляемая реактивная мощность балластного дросселя увеличивается быстрее, чем активная мощность лампы ДРЛ-250. В результате коэффициент мощности ОУ уменьшается (рис. 1б). В случае ОУ с лампой ДНаТ потребляемая активная мощность лампы увеличивается быстрее, чем реактивная мощность балластного дросселя, и в результате коэффициент мощности ОУ увеличивается (рис. 1б). Результаты опытов показывают, что лампы ДНаТ более чувствительны к отклонениям питающего напряжения от номинального.

Из вышеизложенного видно, что с целью рациональной эксплуатации ОУ актуально найти эффективное техническое решение для регулирования величины отклонения напряжения питающей осветительной сети, которое должно максимально решить все проблемы, возникаемые при отклонении напряжения питающей осветительной сети, и быть простым в эксплуатации.

В [2] для регулирования отклонения напряжения предлагаются два технических решения, которые в настоящее время не нашли применения из-за ряда недостатков.

Например, тиристорный ограничитель напряжения ТОН-3-220-63 имеет следующие недостатки [2]:

- узкий диапазон регулирования напряжения, питающего осветительную сеть (0,9 ... 1,05 от номинального значения);
- снижение коэффициента мощности, увеличение дозы высших гармоник в составе тока и напряжения осветительной сети;
- увеличение коэффициента пульсаций газоразрядных ламп;
- низкая надежность работы устройства.

Нами считается целесообразным регулирование величины отклонения напряжения на зажимах ОУ. Для достижения этой цели необходимо изменить индуктивное сопротивление дросселя ГЛ, которое равно

$$X_{др.} = 2\pi f L , \quad (1)$$

где f - частота питающего напряжения; L - индуктивность дросселя ГЛ.

Из (1) видно, что для изменения величины $X_{др.}$ необходимо изменить индуктивность дросселя или частоту питающего напряжения.

На рис.2 показана схема, позволяющая, используя принцип работы магнитного усилителя, изменить индуктивность дросселя. На магнитопроводе стандартного дросселя намотана дополнительная обмотка, которая питается от регулируемого источника постоянного напряжения.

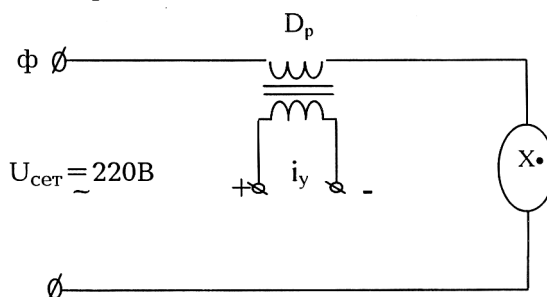


Рис. 2. Схема включения лампы ДРЛ-250 с регулируемой индуктивностью дросселя

Эксперименты показали, что при уменьшении индуктивности в пределах 5...8% от номинального значения коэффициент пульсаций светового потока ГЛ типа ДРЛ-250 увеличивается незначительно $K_p = 67\%$ [3], но при этом изменяется частота пульсации (рис.3). В этом диапазоне регулирования ток лампы удается регулировать в пределах 5% от номинального значения, а напряжение на зажимах дросселя изменяется на 1,25% от номинального значения.

Известно [4], что в цепях с ферромагнитным элементом и нелинейным сопротивлением, каковым является работающая ГЛ (рис.2), возникают субгармоники, частота которых равна $f_r = f_c / n$, где f_c - частота питающего напряжения, n - номер субгармоники.

Из снятой осциллограммы (рис.3) видно, что в пульсации светового потока ГЛ тоже возникают субгармоники с частотой λ , равной f_r , что не учитывается в понятии коэффициента пульсаций, о чем подробно написано в [5].

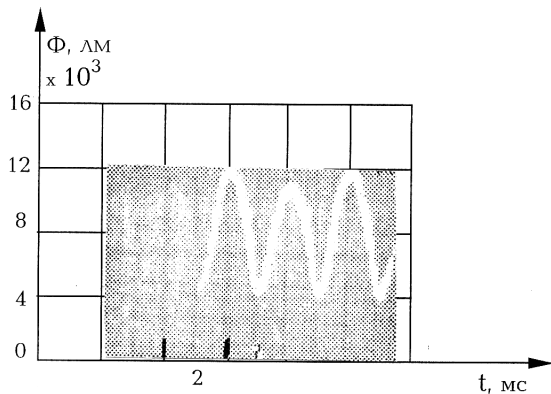


Рис.3. Осциллограмма изменения светового потока лампы ДРЛ-250 при изменении тока на 4,65% от I_n

Недостатком предлагаемого способа является увеличение пульсаций светового потока. Более перспективным является регулирование величины индуктивного сопротивления с помощью изменения частоты. Этот способ позволит одновременно с регулированием отклонения напряжения на клеммах ОУ уменьшить пульсации светового потока ГЛ.

В [6] предлагается принципиально новая структурная схема осветительных сетей производственного и наружного освещения с частотой питающего напряжения $f = 400$ Гц. Применение в качестве инвертора широтно-импульсного преобразователя позволяет за счет изменения скважности выходного напряжения инвертора поддерживать на зажимах ГЛ номинальное значение напряжения при отклонении напряжения питания.

В [7] показана технико-экономическая эффективность построения таких осветительных сетей. Приведены результаты экспериментов и теоретическое обоснование, показывающее, что коэффициент пульсации составляет (3%).

В качестве примера на рис.4 приведена принципиальная схема инвертора [6,8] для питания лампы накаливания и галогеновых ламп, которые в последнее время нашли широкое применение. Выходное напряжение в данном случае является однополярным, а диапазон регулирования находится в пределах от нуля до номинального напряжения.

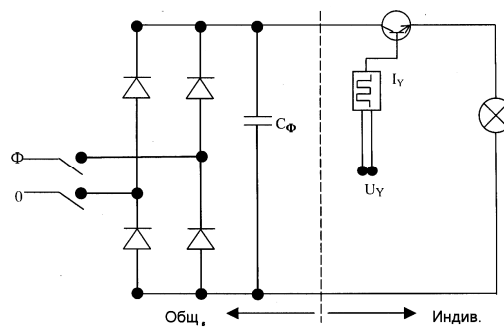


Рис.4. Принципиальная схема устройства с регулированием напряжения для питания лампы накаливания

Таким образом, на основании вышеизложенного можно прийти к следующим выводам:

1. Для регулирования напряжения на клеммах осветительных установок необходимо экспериментально установить допустимый диапазон изменения частоты питающего напряжения, в котором пульсации светового потока газоразрядных ламп высокого давления остаются в допустимых нормах для каждого разряда зрительной работы.
2. Необходимо разработать широтно-импульсные преобразователи частоты для питания осветительных установок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Федоров А.А., Старкова Л.Е.** Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 368 с.
 2. **Кнорринг Г. М.** Осветительные установки. – Л.: Энергоиздат, 1981. – 288 с.
 3. **Айзенберг Ю. Б.** Справочная книга по светотехнике. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 472 с.
 4. **Атабеков Г.И., Купалян С.Д., Тимофеев А.Б., Хухриков С.С.** Теоретические основы электротехники. – М.: Энергия, 1979. – 432 с.
 5. **Шидловский А.К., Куренный Э.Г., Арутюнян А.Г.** Динамические модели электромагнитной совместимости электрических источников света // Техническая электродинамика.- 1985. – N2. – С.12-16.
 6. Патент №930. Устройство для группового питания газоразрядных ламп высокого давления импульсным напряжением / **Арутюнян А.Г.** – 14.04.2000, Официальный справочник №1, РА.
 7. **Арутюнян А.Г.** Эффективный способ питания производственной и наружной осветительной сети // Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН.- 2003.-Т. 56, N 1.- С. 81-85.
 8. **Ривкин Г. А.** Преобразовательные устройства. – М.: Энергия, 1970. – 544 с.
- ЗАО “Ин-т энергетики РА”. Материал поступил в редакцию 06.06.2002.

Ա.Գ. ՀԱՐՈՒՅՈՒՆՅԱՆ

ԳԱԶԱՊԱՐԴԱՆՄԱՅԻՆ ԼԱՍՊԵՐՈՎ ԼՈՒՍԱՎՈՐՄԱՆ ՑԱՆՑԵՐԻ ԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏՈՒԹՅԱՆ ԲԱՐՁՐԱՑՈՒՄԸ

Դիտարկվում է լուսավորման սարքերի սեղմակների վրա լարման կարգավորման ինդիքը՝ սնող էլեկտրական ցանցերի՝ իրականում գոյություն ունեցող լարման շեղումները կարգավորելու նպատակով: Գրաֆիկների տեսքով բերված են փորձերի արդյունքները սպառվող ակտիվ, ռեակտիվ և լրիվ հզորությունների փոփոխությունների կախվածությունը լարման շեղման մեծությունից ДРЛ-250 և ДНаТ-100 լամպերի համար: Բերված է լարման կարգավորման միագիծ էլեկտրական գծապատկերը (սխեմա), որը հնարավորություն է ընձեռում կարգավորել լարման անկումը բալաստային դիմադրությունների սեղմակների վրա: Բերված են նաև լույսի հոսքի բաբախման մեծության և հաճախականության փոփոխությունները լարման առաջարկվող կարգավորման դեպքում:

A.G. HARUTIUNYAN

LIGHTING GRID EFFICIENCY INCREASE USING GAS DISCHARGE LAMPS

The voltage regulation problem on the terminals of lighting installations (LI) by compensating really existing feeding circuit voltage deviation is discussed. The LI consumed active, reactive and full capacity dependences on the magnitude of feeding voltage deviation are brought. The single - line electric scheme for voltage regulation on the terminals of gas discharge lamp throttle by changing the magnitude of coefficient and frequency of pulsation is presented.