ISSN 0002-306X. Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН. 2003. Т. LVI, №1.

УДК 628.921.95 ЭНЕРГЕТИКА

А.Г. АРУТЮНЯН

ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ПИТАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ И НАРУЖНОЙ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

Рассматривается новый принцип построения осветительных сетей производственного и наружного освещения с частотой питающего напряжения f=400 *Гц* для ламп ДРЛ, который улучшает эксплуатационные характеристики как ламп ДРЛ, так и электрической сети освещения. Предлагается методика для выбора мощности преобразующих устройств.

Ключевые слова: искусственное освещение, газоразрядная лампа, коэффициент пульсации, преобразователь частоты.

В настоящее время трудно найти трудовой процесс, где не нужно, хотя бы частично, напрягать органы зрения. Однако есть профессии, которые предъявляют особо высокие требования к функциям глаза. Такие профессии встречаются в легкой промышленности, ювелирном, алмазном и других производствах. Эти и подобные работы вызывают утомление органов зрения, которое ускоряется при плохом искусственном освещении и проявляется у работников в виде неприятных ощущений, а также может влиять на развитие близорукости. В таких условиях повышается опасность производственного травматизма.

Как показали результаты многих исследований, проведенных гигиенистами, светотехниками и экономистами, создание эффективных условий освещения в промышленности обеспечивает повышение производительности труда [1].

На промышленных предприятиях около 10% потребляемой электроэнергии затрачивается на искусственное электрическое освещение [2], правильное выполнение которого способствует рациональному использованию электроэнергии, улучшению качества выпускаемой продукции, повышению производительности труда, уменьшению случаев аварии и травматизма.

В [3] для освещения производственных помещений при выполнении зрительных работ первого разряда предусматривается комбинированное освещение E=1500...5000 *лк*, из них общее освещение должно обеспечить E=400...1500 *лк*. Однако этого практически невозможно достичь с помощью источников света, которые допущены для освещения производственных помещений. Например, по данным 1988г., на Донецком хлопчатобумажном комбинате удалось обеспечить общую освещенность E=600 *лк* люминесцентными лампами $P_н$=80 *Вт*.

Обеспечение уровня общей освещенности по требованиям [3] в настоящее время возможно мощными источниками света (ДРЛ, ДРИ и др.), что подтверждается и технико-экономическим сравнением ламп ДРЛ с люминесцентными лампами. Лампы ДРЛ являются более экономичными, так как при их использовании число светильников значительно сокращается, что приводит к уменьшению

эксплуатационных затрат [4]. Однако новые мощные источники света имеют ряд недостатков, что не позволяет их внедрение для производственного освещения при высоких и средних разрядах зрительных работ [3] (рис.1а).

Общим недостатком всех газоразрядных ламп (Гл) высокого давления является большой коэффициент пульсации (Кп=65%) и плохая цветопередача. Вопросы цветопередачи в настоящее время частично решены: лампы ДРЛ с улучшенной цветопередачей допущены для освещения промышленных предприятий [4]. Известно [2], что величина пульсации освещенности для производственных помещений нормируется, поэтому для уменьшения пульсации освещенности до допустимых значений в [3] рекомендуются два пути: а) чередование фаз; б) питание газоразрядных ламп переменным напряжением повышенной частоты до 400 *Гц*. При питании Гл высокого давления повышенной частоты коэффициент пульсации уменьшается до 30%, а светоотдача и срок службы ламп увеличиваются в среднем до 10% [5]. Однако до настоящего времени питание Гл напряжением повышенной частоты не применяется для производственного освещения, так как существующие электрические схемы (рис.1б) [6] улучшают эксплуатационные показатели Гл , но не уменьшают коэффициент пульсации Гл высокого давления до допустимых величин для зрительних работ первого и второго разрядов. В то же время показатели электрической сети освещения серьезно уступают ныне применяемым показателям промышленной частоты (рис.1а). Схемы на рис.1б сложны в эксплуатации и требуют высоких эксплуатационных затрат.

В настоящей статье предлагается принципиально новая структурная схема питания осветительной сети (рис.1в) [7], где одновременно сочетается повышение эксплуатационных характеристик Гл и энергетических показателей сетей освещения. Наши эксперименты показали, что при питании Гл типа ДРЛ - 400 по предложенной схеме коэффициент пульсации уменьшается до 3%, что ниже требуемых существующих норм [3].

Уменьшение величины пульсации светового потока лампы достигается благодаря питанию лампы однополярным импульсным напряжением с частотой f=400 *Гц* или T=2,5 *мс*. Длительность импульса и паузы выбрана равной tи=tп=1,25 *мс*. Во время паузы энергия дросселя передается на лампу, в результате ток через лампу проходит в течение всего периода импульсного напряжения. Расчеты показывают, что ток через лампу в конце полупериода паузы уменьшается до 75% от его номинального значения.

Для подтверждения эффективности предложенной осветительной сети (рис.1в [7]) было проведено технико-экономическое сравнение между существующими (рис.1а) и предложенной (рис.1б) осветительными сетями. В технико-экономическом сравнении были учтены следующие изменения капитальных и эксплуатационных затрат: стоимость преобразующих устройств; стоимость светильников; ежегодные затраты на эксплуатацию светильников; потери электроэнергии в осветительных сетях.

Технико-экономическое сравнение проводилось по ценам 1988г. в рублях (см. табл.).

Годовой эконом. эффект сравниваемого варианта, ΔЭ, *руб/год*	Мощность осветительной сети или преобразователя частоты $P_н$, *кВт*				
	5	10	15	20	25
ΔЭ при сравнении с освет. сетью промышленной частоты (рис. 1а)	100	200	300	400	500
ΔЭ при сравнении с освет. сетью f=400 *Гц* переменным напряжением (рис. 1б)	87	175	246	350	440

Преимуществами схемы рис.1в являются: низкие капитальные и эксплуатационные затраты, что обусловлено в том числе уменьшением потерь электроэнергии в осветительных сетях из-за отсутствия поверхностного эффекта [9]. Увеличение производительности труда при технико-экономическом сравнении не учитывалось.

Исследованиями доказано, что рациональной частотой для производственного освещения является f=400 *Гц* [10].

Однако до настоящего времени нет методики технико-экономического обоснования выбора рациональной мощности преобразующих устройств при питании Гл напряжением с частотой f = 400 *Гц*.

Как видно из приведенной таблицы, с увеличением мощности преобразующих устройств экономический эффект от перевода производственного освещения на повышенную частоту увеличивается. Однако чрезмерное увеличение мощности одного преобразующего устройства недопустимо, так как выход из строя последнего приводит к неравномерности освещения. Известно [3], что величина допустимой неравномерности производственного освещения ограничивается существующими нормами в пределах 1,5...3 и зависит от точности работ и вида светильника.

Исходя из вышеизложенного, предлагается максимальную мощность одного преобразующего устройства для каждого разряда зрительной работы определять в зависимости от допустимой неравномерности освещения. Преимуществом производственного освещения по структурной схеме, приведенной на рис.1в, является то, что выбор мощности преобразующих устройств сводится к выбору мощности выпрямителя постоянного напряжения, от которого будут питаться индивидуальные преобразователи частоты, мощность которых можно выбирать в соответствии со стандартом выпускаемых гозоразрядных ламп высокого давления. В случае схемы рис.1б необходимо изменить мощность инвертора, что приведет к подорожанию преобразующих устройств и увеличению эксплуатационных затрат на него.

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

1. Разделение инвертора от преобразователя постоянного напряжения позволяет осветительную сеть выполнить на постоянном напряжении и производить инверторы в соответствии со стандартными мощностями газоразрядных ламп высокого давления.
2. Включение и отключение осветительной сети при проектировании по [7] возможно без коммутации силовых электрических цепей.

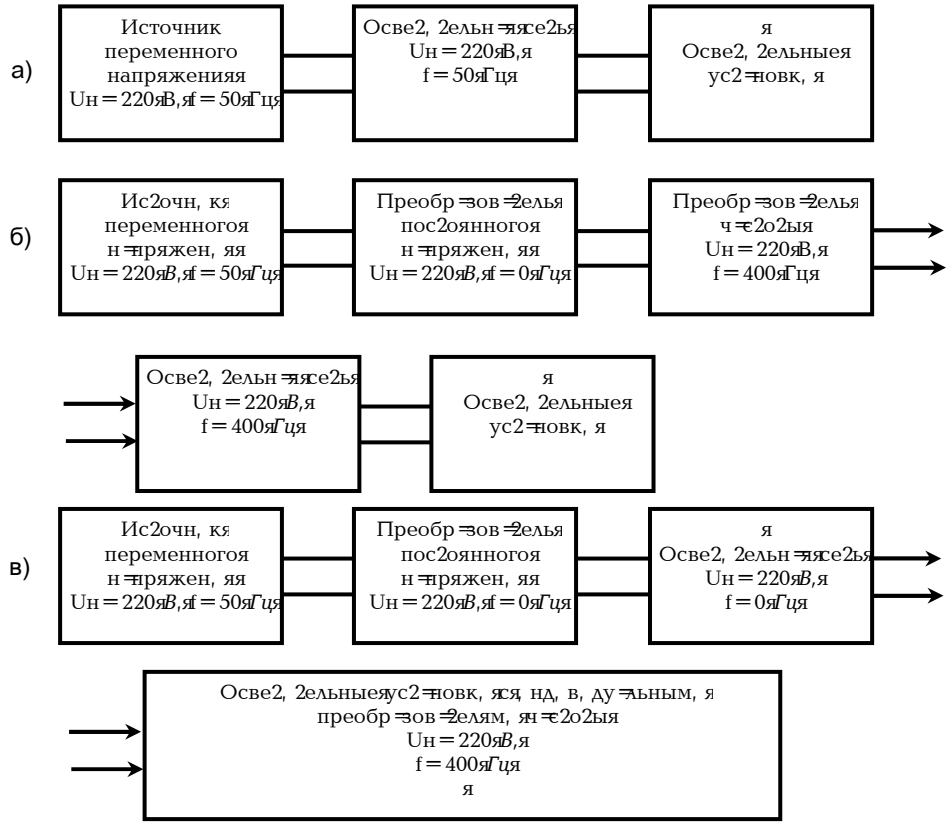

Рис. Блок-схемы сравниваемых вариантов

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Айзенберг Ю.Б.** Справочная книга по светотехнике. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 472 с.
2. **Федоров А.А., Старкова Л.Е.** Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - 368 с.
3. СНиП 11-4-79. Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования.
4. **Кнорринг Г.М.** Осветительные установки. - Л.: Энергоиздат, Ленингр. отд-ние, 1981. - 288 с.
5. **Фугенфиров М.М.** Электрические схемы с газоразрядными лампами. - М.: Энергия, 1974. - 368 с.
6. **Лабунцов В.А.** и др. Полупроводниковый преобразователь частоты для питания люминесцентных ламп // Труды МЭИ. - 1965. - Вып.55. - С. 3 - 14 .

7. Изобретение NP20000027 (P.A.). Устройство для группового питания газоразрядных ламп высокого давления импульсным напряжением **А.Г. Арутюнян** 14.04.2000. Официальный справочник N1, г.Ереван.
8. ELECTRONIC BALLAST FOR HIGH INTENSITY DISCHARGE LAMPS (HID). *** J.B.P.TECHNOLOGIES LTD. http: // WWW. incubators. org. il/18016. htm.
9. **Атабеков Г.И., Купалян С.Д., Тимофеев А.В., Хухрикова С.С.** Теоретические основы электротехники. - М.: Энергия, 1979. - 432 с.
10. **Арутюнян А.Г., Шиян А.Л.** Выбор рациональной частоты напряжения питания для люминесцентных ламп // Промышленная энергетика. – 1988. - N8. – С. 8 - 9.

ЗАО "Институт энергетики РА". Материал поступил в редакцию 5.10.2001.

Ա.Գ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ

ԱՐՏԱԴՐԱԿԱՆ ԵՎ ԱՐՏԱՔԻՆ ԼՈՒՍԱՎՈՐՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆՑԵՐԻ ՄՆՄԱՆ ԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏ ԵՂԱՆԱԿ

Դիտարկվում է արտադրական և արտաքին լուսավորության էլեկտրական ցանցերի կառուցման նոր սկզբունք սնող լարման f=400*Հց* հաճախականությամբ գազապարպման ԺՀԽ լամպերի համար, որը նպաստում է և՛ ԺՀԽ լամպերի, և՛ լուսավորության էլեկտրական ցանցի շահագործման բնութագրերի բարելավմանը: Առաջարկվում է կերպափոխիչ սարքավորումների հզորության ընտրության մեթոդիկա:

A.G. HARUTIUNYAN

EFFICIENT WAY OF SUPPLYING INDUSTRIAL AND OUTDOOR LIGHTING

A new lighting grid construction principle for industrial and outdoor lighting system with supply voltage frequency of f = 400 *Hz* for arc discharge lamps is considered. This principle improves the maintenance characteristics of both arc discharge lamps and electric network of lighting. A technique for choosing the capacity of converting devices is suggested.