до их подъема и установки на место. Все элементы лотков для прокладки кабелей были изготовлены индустриальным способом.

Групповая сеть выполнена проводом ПВ в трубах, прокладываемых в полу вышележащего этажа и в подвесных потолках. В технических и подсобных помещениях групповые сети осуществлены открыто кабелем ВРГ.

Учитывая сложность электромонтажных работ, большое внимание при проектировании уделялось их индустриализации. Трубные заготовки для групповых сетей прожекторов фасадного освещения, размещенных на наружных площадках обслуживания антенны, а также внутреннего освещения антенны, были изготовлены на монтажно-заготовительном участке; монтаж их производился на земле, после чего отдельными секторами площадки обслуживания и секции антенны вместе с трубными заготовками поднимались вверх. Затяжка проводов также производилась на земле, на высоте выполнялась лишь стыковка отдельных секций.

Управление освещением вестибюля, лестниц и наружным освещением вынесено на диспетчерский пункт. Освещение остальных помещений башни управляется со щитков и местными выключателями.

Т. 0,48
Р. 0,1

УДК 628.94

НОВОЕ ОСВЕТИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ТИПА ЛОУ

Канд. техн. наук Ю. Б. АЙЗЕНБЕРГ и М. А. ДУБАС

Всесоюзный светотехнический институт

Современные осветительные установки с люминесцентными лампами предназначены в основном для создания высоких уровней освещенности. Характерной особенностью таких установок с учетом относительно малой единичной мощности люминесцентных ламп является использование большого количества светильников, располагаемых в виде прерывающихся или непрерывных светящих линий и полос. Одним из существенных требований к таким установкам является обеспечение минимальной трудоемкости обслуживания. При этом становятся нерациональными как отдельная подвеска каждого светильника, так и выполнение ремонтных операций на высоте, на месте его установки.

В мировой осветительной технике сложилось два основных направления в конструировании светильников с люминесцентными лампами для таких установок. Первое направление связано с разработкой быстро сменяемых светильников, второе — светильников с быстро сменяемыми элементами [Л. 1].

Одним из наиболее распространенных способов установки быстро сменяемых светильников в настоящее время является подвеска их с помощью несущих монтажных элементов (магистральных коробов, осветительных шинопроводов, специальных профилей или системы труб и ответвительных коробок), в которых прокладываются провода питающей сети и к которым крепятся сами светильники. Применение таких элементов значительно упрощает как монтаж, так и эксплуатацию светильников, и приводит к заметному снижению стоимости обслуживания осветительных установок. Недостатком этого конструктивного решения является дублирование несущих элементов магистрального короба и светильника, большой вес светильника и значительная стоимость установки в целом.

Второе направление разработки светильников характеризуется применением в конструкциях съемных элементов или съемных панелей с элементами. Съемные элементы (патроны, ПРА и т. п.) или панели с электротехнической схемой снабжаются разъемными электромеханическими соединениями (штепсельными разъемами). Введение этих соединений заметно удорожает светильник и несколько снижает надежность его работы.

Следовательно, современные конструктивные решения, обеспечивающие снижение трудоемкости и времени обслуживания, в то же время приводят к заметному усложнению светильников и увеличению капитальных затрат на осветительные установки. Анализ причин усложнения и удорожания быстро обслуживаемых осветительных приборов с люминесцентными лампами показал, что эти причины в значительной степени обусловлены современными схемами и конструкциями ПРА, рассчитанными по традиции на использование в индивидуальных светильниках. Применение таких схем в светильниках, предназначенных для установки в светящие линии или полосы, исключает возможность заметного упрощения светильника, поскольку каждый ПРА должен быть электрически связан с обоими противоположными электродами каждой лампы. Эта особенность, характерная для всех известных ПРА, питающих лампы с подогревными электродами, приводит к тому, что любая светящая линия или полоса набирается из практически самостоятельных светильников. В результате изложенного возникает дублирование несущих элементов и проводов в металлических конструкциях и светильниках.

Таким образом, задача разработки современного осветительного устройства (а не светильника в общепринятом смысле этого слова) с трубчатыми люминесцентными лампами, располагаемыми в виде светящих линий и полос, в значительной степени сводится к разработке принципиально новой системы питания, позволяющей в устройстве с быстро сменяемыми элементами исключить дублирование электромонтажных и несущих элементов и тем самым снизить расход материалов, трудоемкость и первоначальную стоимость устройства в целом. Разработка такого устройства должна, кроме того, позволить изменить характер производства, хранения, транспортировки, монтажа и эксплуатации.

Выполнение этих задач возможно только на базе создания нового ПРА, не связанного с противоположными электродами люминесцентных ламп, т. е. ПРА, разделенного на две самостоятельные части — на два блока *А* и *Б* (рис. 1), каждый из которых питает только один электрод каждой лампы и размещен у соответствующего конца этой лампы. Между собой указанные блоки должны быть связаны только проводами питающей сети.

Для люминесцентных ламп, электроды которых не нуждаются в предварительном подогреве, и для ламп с низкоомными электродами постоянного подогрева раздельное питание от двух блоков может быть осуществлено простейшими способами с использованием известных схем и конструкций ПРА [Л. 2]. Однако наиболее широкое применение имеют универсальные лампы

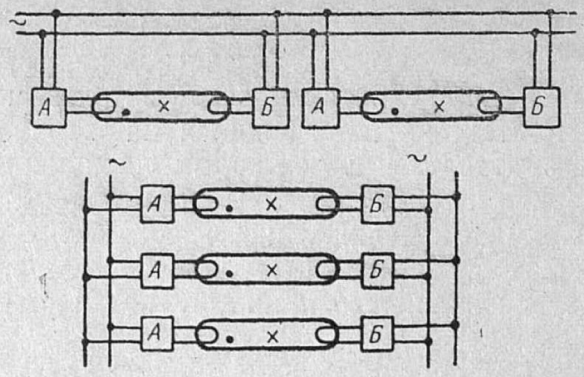

Рис. 1.

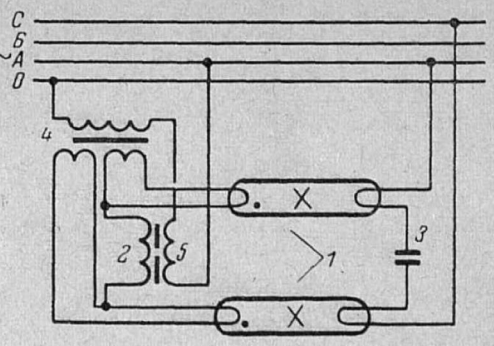

Рис. 3.

для стартерного и бесстартерного зажигания с высокоомными электродами. Их электроды по соображениям увеличения срока службы и снижения расхода электроэнергии рассчитаны на работу в режиме компенсированного подогрева, существенно снижаемого после зажигания лампы. Обеспечение компенсированного подогрева электродов лампы при питании их от двух различных блоков с одновременным выполнением требований независимой компенсации подогрева для каждой лампы или каждой группы последовательно включенных ламп [Л. 3] без существенного усложнения и удорожания ПРА является довольно сложной проблемой, которая ранее не ставилась.

Для ламп с электродами переменного подогрева управление их режимом может осуществляться в функции напряжения или тока лампы. Использование напряжения для управления режимом неприемлемо, поскольку это требует связи между противоположными электродами лампы. Использование тока разряда в качестве управляющего сигнала для тока подогрева может производиться непосредственно или в виде напряжения, возникающего на балласте. Гипотетически может быть рассмотрена схема (рис. 1) с двумя балластами и двумя трансформаторами, питающими попарно лампу со стороны каждого электрода. Увеличение количества элементов в этой схеме приводит к ее заметному усложнению и удорожанию. Наиболее простой является схема (рис. 2), в которой один из электродов подогревается током конденсатора для повышения коэффициента мощности. Разные темпы подогрева электродов приводят в этой схеме к заметному снижению срока службы ламп. Недостатком таких схем является то, что повышение пускового напряжения в них может быть достигнуто только путем усложнения и увеличения потерь мощности.

Для наиболее массового варианта осветительного устройства с расположением ламп парами оптимальным решением оказалась схема последовательного включения (рис. 3) с питанием ПРА двумя сдвинутыми по фазе напряжениями трехфазной сети [Л. 4].

В соответствии со схемой рис. 3 ПРА, состоящий из двух блоков, обеспечивает последовательное включение двух ламп *1* на линейное напряжение трехфазной сети и состоит из балластного дросселя *2*, включенного между лампами *1*, конденсатора *3* для компенсации коэффициента мощности, включенного на линейное напряжение последовательно с двумя электродами, и трансформатора *4*, обеспечивающего подогрев двух других электродов, непосредственно соединенных с дросселем *2*. Трансформатор *4* включен через дополнительную обмотку *5* дросселя *2* на фазное напряжение сети. При таком включении трансформатора в рабочем режиме достигается глубокая компенсация подогрева электродов за счет того, что напряжение, снимаемое с дополнительной обмотки дросселя, находится в противофазе с фазным напряжением, питающим трансформатор. В пусковом режиме напряжение, индуцируемое на основной обмотке дросселя, обеспечивает увеличение пускового напряжения, приложенного к лампам. В результате ПРА, выполненный по схеме рис. 3, обеспечивает компенсированный подогрев всех четырех электродов и повышение напряжения в период пуска и имеет сравнительно малый расход материалов при низком уровне потерь, что обусловливает его высокие технико-экономические показатели. Следует отметить также малую вероятность асимметрии тока разряда в переходном процессе зажигания по схеме рис. 3. Несмотря на разный темп подогрева электродов, меньший для двух электродов, подогреваемых от токовой цепи (током косинусного конденсатора), и двух электродов, подогреваемых от цепи напряжения (от трансформатора), возможность возникновения асимметрии тока разряда мала, поскольку в каждый полупериод катодами служат один более и один менее нагретый электроды, что обеспечивается их симметричным расположением в контуре разряда. Отметим также, что наличие трехфазной цепи обеспечивает возможность чередования фаз питания ламп в линии и снижение пульсации светового потока, а также равномерную нагрузку фаз.

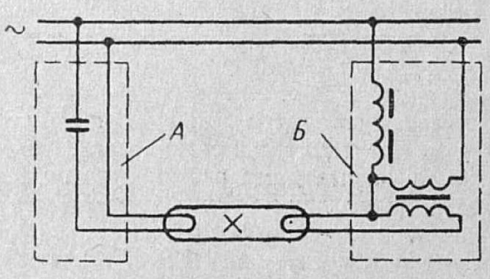

Рис. 2

Как показали исследования аппаратов, выполненных по указанной схеме, они обеспечивают величину пускового напряжения для пары ламп в пределах 350—365 *в*, что достаточно для надежного зажигания стандартных ламп без проводящей полосы в осветительных устройствах с протяженными металлическими элементами около ламп. По результатам испытаний, даже в режиме повышенной частоты включений (четырехчасовой цикл), средний срок службы таких последовательно соединенных пар ламп с ПРА оказался не менее 75—80% срока службы одиночных ламп со стандартными балластами и тем же циклом включений. При нормальной частоте включений (шестичасовом цикле) можно ожидать, что срок службы пар ламп в ЛОУ практически не будет отличаться от номинального срока службы одиночных ламп. Следует отметить, что обычно при равных условиях износа электродов средний срок службы последовательно соединенных пар ламп, оцениваемый по отказу одной лампы из пары, существенно ниже среднего срока службы одиночных ламп.

Срок службы пар ламп в ЛОУ ограничивается износом электродов, питаемых от конденсатора. Электроды, питаемые от трансформатора, имеют срок службы в несколько раз больший, что объясняется как большей их температурой к моменту зажигания, так и существенно более благоприятными условиями рабочего подогрева током высших гармоник [Л. 5]. Эти токи

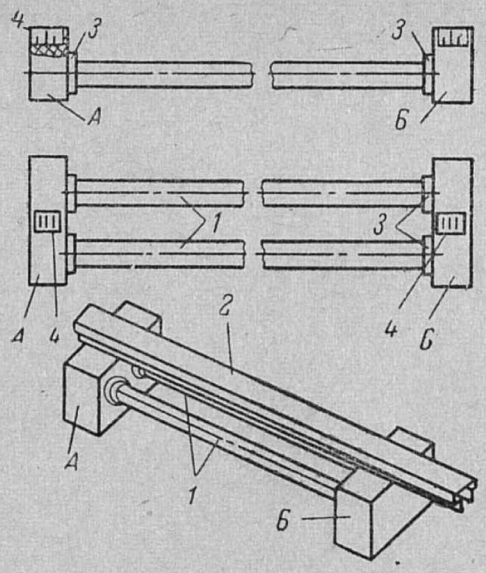

Рис. 4.

создаются при питании трансформатора суммой двух противофазных напряжений, близких по эффективной величине, причем одно из них (фазное напряжение сети) — синусоидальное, а другое (снимаемое с балласта) — содержит высшие гармоники.

В большинстве случаев выход из строя одного электрода, питаемого током конденсатора, приводит к повреждению того же электрода у второй лампы в паре. Поэтому замена ламп в ЛОУ должна производиться только парами и без дальнейшего использования снятых ламп. Это приводит к некоторому увеличению расхода ламп, однако, как показали расчеты, удорожания генерируемого светового потока при этом не происходит в результате «омоложения» возрастного состава ламп в установке и уменьшения трудоемкости обслуживания при замене ламп парами. Нужно отметить, что на возможность получения положительного эффекта от замены ламп парами было указано еще в [Л. 7].

При выполнении ПРА в виде двух отдельных блоков возможно несколько вариантов взаимной компоновки блоков ПРА и патронов для ламп. Наиболее универсальна независимая установка патронов и блока ПРА. Однако при этом резко возрастает число промежуточных электрических соединений, что снижает надежность и заметно увеличивает стоимость устройства. Наиболее приемлемым является, с разных точек зрения, вариант установки патронов непосредственно на блоки ПРА (*А* и *Б*) или встраивание патронов в эти блоки (рис. 4), что позволяет исключить указанные выше недостатки при незначительном увеличении расходов на эксплуатацию.

С целью улучшения монтажных и эксплуатационных характеристик в осветительном устройстве ЛОУ представилось целесообразным снабдить конструкцию блоков ПРА контактами *4* электрического разъема (например, вилкой) (рис. 4), а другую часть (например, розетку) закрепить на несущих элементах таким образом, чтобы при механической установке и креплении узла блока ПРА на несущий элемент *2* с помощью разъемных механических замков одновременно происходило бы соответствующее электрическое присоединение блоков. При таком конструктивном оформлении блоков ПРА (когда патроны смонтированы непосредственно на их корпусах) после установки этих узлов через строго фиксируемые расстояния на несущие элементы *2* необходимо только вставить лампы *1* в патроны *3* для того, чтобы устройство было готово к работе.

Светотехнически наиболее рациональным вариантом является либо использование в таких устройствах люминесцентных ламп *8*, имеющих внутренний отражатель (рис. 5,*а*), либо, при наличии обычных люминесцентных ламп *1*, установка на несущие элементы *2* между узлами ПРА отдельных отражателей *4* и *5* (рис. 5,*б*, *д*), рассеивателей *6* (рис. 5,*в*, *г*, *д*), экранирующих решеток *7* (рис. 5,*б*, *г*, *д*) или их комбинаций. При этом указанные светооптические элементы должны крепиться к несущим конструкциям (в которых проходят сетевые провода *3*) независимо от блоков ПРА.

В осветительном устройстве ЛОУ каждый ПРА состоит из двух блоков — *А* и *Б*. В случае установки люминесцентных ламп встык (в сплошную линию) удобно два или более стоящих рядом разных блока конструктивно объединить в один узел *В* (рис. 6). У каждой люминесцентной лампы *1* в этом случае каждый электрод также соединен с одним блоком ПРА и эти блоки между собой связаны только проводами *3* питающей сети, проходящими в несущей конструкции *2*.

Наличие схем (рис. 3) в принципиальном конструктивном исполнении (рис. 6) позволяет во всех случаях пространственного расположения ламп (в виде светящих полос, линий или любых фигур), когда образуются места стыка концов различных ламп, питать электроды всех стыкуемых ламп *1* от одного узлового блока *В* ПРА, размещенного в местах стыков концов ламп или между стыкуемыми лампами на несущем элементе *2*.

Одним из возможных вариантов использования предполагаемого принципиального решения является также конструкция осветительного устройства с люминесцентными лампами (рис. 7), в которой направление прокладки несущих элементов *2* с проводами питающей сети не совпадает с направлением осей люминесцентных ламп *1*. Такое решение может найти широкое применение при сооружении светящих потолков и панелей, когда люминесцентные лампы располагаются над светорассеивающими материалами или экранирующими решетками.

Изложенные идеи легли в основу изобретения [Л. 6], на базе которого в период 1966—1967 гг. ВНИСИ и СКБ Рижского светотехнического завода

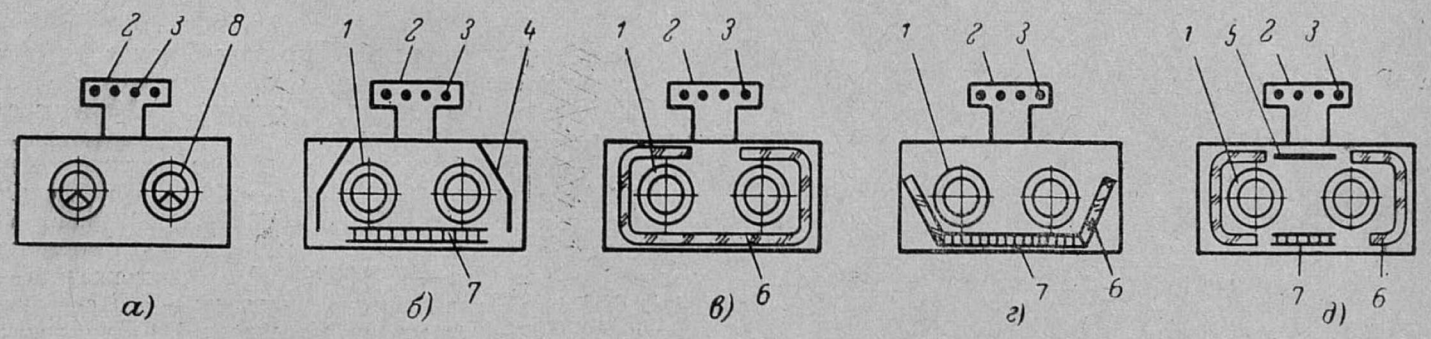

Рис. 5.

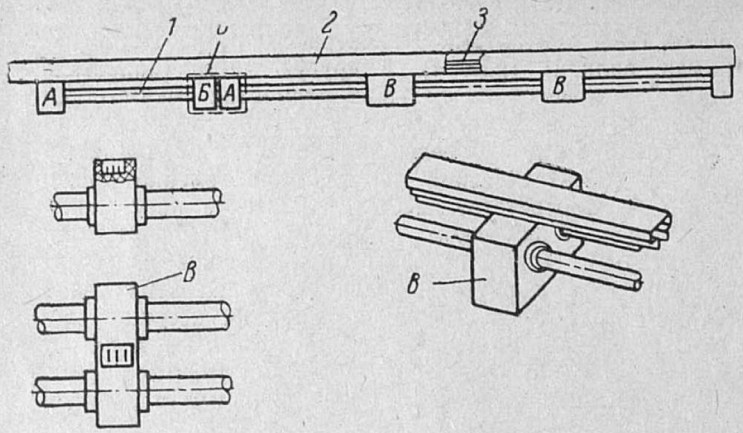

Рис. 6.

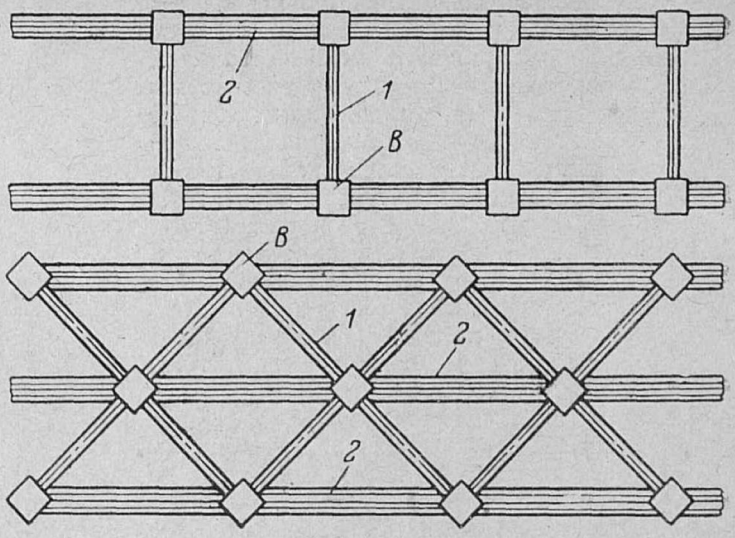

Рис. 7.

провели работу по исследованию и разработке принципиально нового осветительного устройства ЛОУ, предназначенного для освещения производственных помещений с нормальными условиями среды.

Осветительное устройство ЛОУ рассчитано на работу с двумя люминесцентными лампами (в каждом элементе устройства) мощностью по 40 и 80 *вт* в трехфазной четырехпроводной сети напряжением 380/220 *в*, частотой 50 *гц*, без пофазного оперативного отключения. Осветительное устройство с лампами 40 *вт* выпускается РСЗ с 1967 г.; выпуск устройств с лампами 80 *вт* намечен на 1970 г.

На рис. 8 показана схема конструкции осветительного устройства типа ЛОУПП-2×40*. Несущие элементы *2* стыкуются с помощью соединительных скоб *1*, *5* и *6* в непрерывную линию любой длины (*1*—начальная соединительная скоба; *5* — промежуточные скобы; *6* — конечная скоба). В соединительных скобах установлены розетки штепсельных разъемов ШРС-3, позволяющих подсоединять сетевые провода без их разрезания. На соединительных скобах имеются направляющие—ловители, являющиеся элементами механических быстродействующих замков крепления блоков ПРА к несущему коробу *2*. С помощью этих замков начальный *А*, промежуточные *В* и конечный *Б* блоки ПРА крепятся к несущему коробу *2* (к соединительным скобам, в котором проложены провода трехфазной четырехпроводной питающей сети. При этом одновременно с механическим креплением осуществляется и электрическое включение блоков с помощью встроенных в них вилок *9* штепсельного разъема. Независимо от блоков к поворотным подпружиненным замкам соединительных скоб могут крепиться (или сниматься) отражатели *4*, в которых возможна установка откидывающихся по длинной стороне экранирующих решеток *8*. Осветительное устройство может быть установлено на перекрытие помещения или подвешено на расстоянии 0,5; 1,0 и 2,0 *м* от него с помощью узлов подвеса *3*, которые могут быть закреплены в любом месте по длине монтажного короба.

Номинальная мощность элемента осветительного устройства ЛОУПП-2×40, потребляемая от сети — 92 *вт* при медной обмотке балласта и 96 *вт* — при алюминиевой. Световой поток люминесцентных ламп (при потреблении указанной мощности) составляет 97—98% потока ламп, включенных с ДОИ. Наибольшая мощность осветительного устройства, потребляемая от сети при равномерной нагрузке фаз (напряжение сети 380/220 *в* ±10%) — 110 *вт*. Коэффициент мощности устройства — 0,92. Схема зажигания — бесстартерная; к. п. д. — 73% без решетки и 68% с экранирующей решеткой. Размеры без штанг — 248×155 (378) *мм*.

Осветительное устройство ЛОУПП-2×40 (рис. 9) собирается потребителем при монтаже из отдельных узлов (корпуса — К/ЛОУ-2×40, отражателя — 01/ЛОУ-2×40, экранирующей решетки — Э1, соединительных скоб — начальной СН, основной СО и конечной СК, блоков питания — начального БН, основного

* Обозначение ЛОУПП-2×40 расшифровывается следующим образом: Л — с люминесцентными лампами; О — осветительное; У — устройство; П — для производственных помещений (с отражателем); I — оси ламп параллельны оси несущего элемента; 2 — количество ламп в одном блоке; 40 — мощность одной лампы, *вт*.

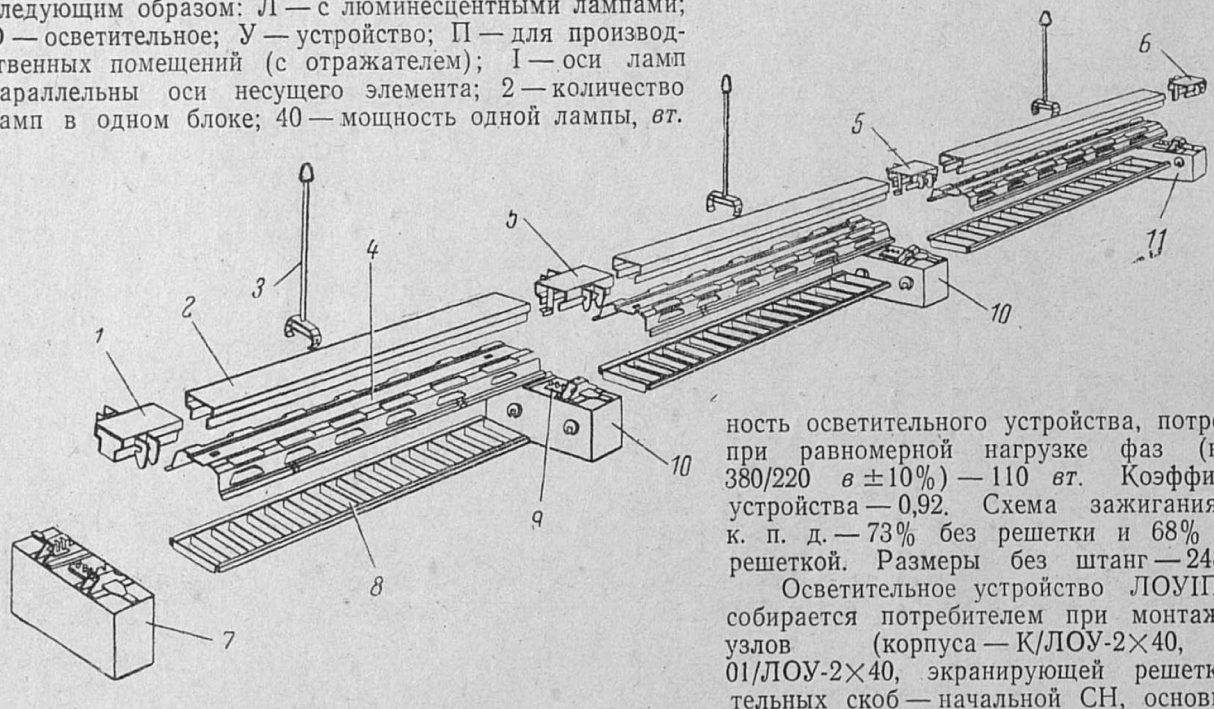

Рис. 8.

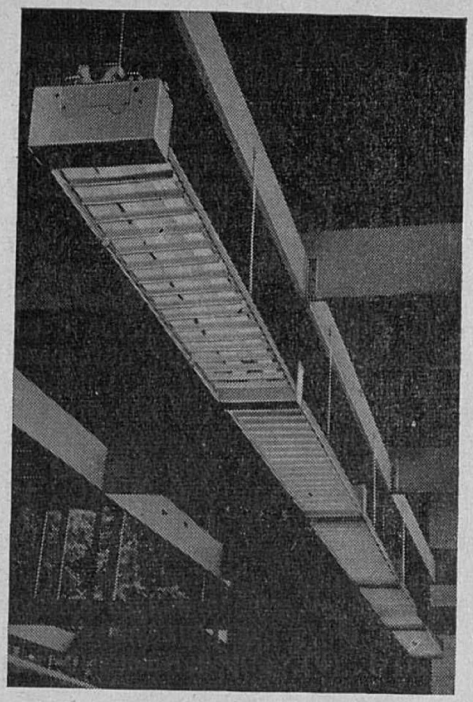

Рис. 9.

БО и конечного БК, а также подвесов — П2, П3 или П4).

Блоки питания БН, БО, БК имеют одинаковые габаритные и установочные размеры и прямоугольную форму. Блок БО состоит из металлической панели, на которой размещены дроссель с конденсатором, накальный трансформатор, четыре патрона типа ПЛ-1а и вилка штепсельного разъема типа ШРС-3. На этой же панели установлены два замка крепления блока к скобе СО. Конструкция блоков БН и БК аналогична конструкции блока типа БО, в отличие от него в блоке БН на панели установлен только один конденсатор, а в блоке БК — только дроссель и накальный трансформатор. Оба эти блока имеют по два патрона. Корпус блоков выполняется из литьевого полистирола белого цвета.

Осветительное устройство ЛОУ не является универсальным по применению. Целесообразная область использования ЛОУИП — крупные промышленные осветительные установки с трехфазными четырехпроводными сетями 380/220 *в*, в которых требуется применение сплошных светящих линий. При монтаже устройств ЛОУИП для обеспечения их надежной работы необходимо осуществлять требуемое чередование фаз в линии при подключении каждого последующего блока (в соответствии с прилагаемой заводом инструкцией по эксплуатации).

Разработка и применение нового осветительного устройства ЛОУ позволяют: а) сократить расход медных проводов, используемых в настоящее время для монтажа светильников с люминесцентными лампами, в 3,5—5 раз; б) снизить потребление электроэнергии по сравнению с ее расходом при использовании выпускаемых светильников с бесстартерными ПРА и лампами той же мощности; в) уменьшить на 20—40% расход тонколистовой стали, идущей на изготовление светильников и монтажных элементов; г) снизить трудоемкость работ по обслуживанию осветительных установок (по предварительной оценке на 20—25%) благодаря возможности независимого и удобного съема и установки каждого из элементов осветительного устройства (блоков ПРА, решеток и отражателей), имеющих малый вес; д) облегчить процессы производства, транспортировки и складирования изделий благодаря использованию малогабаритных и легкопакетируемых элементов, а также отсутствию необходимости в полной сборке изделий на производстве и предварительной разборке на монтажных площадках.

Образцы ЛОУИП-2×40 экспонировались в 1967—1968 гг. на ВДНХ и на Лейпцигской весенней ярмарке 1969 г., где были награждены золотыми медалями и дипломами. В настоящее вемя ведется патентование конструкции ЛОУ в США, ФРГ, Англии, Франции и Японии.

РСЗ и ВНИСИ в настоящее время проводится работа по созданию и внедрению в производство большой унифицированной серии осветительных устройств ЛОУ для промышленных и общественных зданий. Дальнейшее развитие работ над подобными осветительными устройствами позволит создать новое направление в проектировании осветительных приборов и установок, расширит возможность функционального и архитектурного освещения промышленных и общественных зданий.

В работе по созданию осветительных устройств ЛОУ большое участие принимали В. И. Крайзман, Л. Ф. Круминьш, М. Ю. Зельдов, Г. Р. Лиепиньш, Г. М. Соркин, И. М. Ланская, Г. М. Димант, А. Г. Афанасьев.

Литература

1. Айзенберг Ю. Б., Ефимкина В. Ф. «Осветительные приборы с люминесцентными лампами». М., «Энергия», 1968.
2. Патент США № 3.307.072, дата публикации — февраль 1967.
3. Публикация МЭК № 82, Женева, 1962.
4. Дубас М. А. «Светотехника», 1969, № 6.
5. Дубас М. А. Авторское свидетельство № 233098. Бюллетень «Изобретения, промышленные образцы и товарные знаки», 1969, № 2.
6. Дубас М. А., Айзенберг Ю. Б. Заявка № 1019424/24-7, приоритет 23 июля 1965 г.
7. Литвинов В. С., Логунова О. Н. «Светотехника», 1968, № 1.

Г-0,59
Р-0,12

УДК 621.327.9

О ВЛИЯНИИ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА СТАБИЛЬНОСТЬ СВЕТОВОГО ПОТОКА В МОЩНЫХ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ЛАМПАХ

Инж. В. Г. БООС
Всесоюзный светотехнический институт

Стабильность светового потока люминесцентных ламп в процессе эксплуатации является важным показателем качества ламп и определяется как свойствами используемого в них люминофора, так и условиями его работы.

Люминофор находится в лампе в непосредственном контакте с плазмой газового разряда низкого давления и подвергается действию полного излучения этого разряда. Вопрос стабильности люминофора особенно остро стоит в случае мощных люминесцентных ламп с повышенной удельной мощностью. Облученность люминофора ультрафиолетовым излучением в этих лам-