

Обслуживание светильников состоит в основном в замене ИС и чистке отражателей и рассеивателей. Наибольшие трудности представляют чистка открытых светильников. Загрязнения в этом случае состоят из разнообразных веществ органического и неорганического происхождения, которые со временем уплотняются и частично полимеризуются благодаря нагреву ИС и наличию (при лампах типа ДРЛ) УФ излучения.

Возможность легкого удаления загрязнений зависит от фактуры поверхности отражателя и степени старения загрязнения¹. Наиболее массовые отражатели, изготовленные методом электрохимического полирования, имеют определенную шероховатость поверхности и очищаются значительно труднее, чем отражатели, изготовленные методом электровакуумного напыления с лаковыми защитными покрытиями. Сухая чистка отражателей, проводимая сменяющей ветошью, достаточно эффективна только для закрытых светильников, где загрязнения отсеков ИС пылевидны, мелкодисперсны и не носят маслянистого характера. Что касается отражателей открытых светильников, то наиболее эффективна мокрая чистка при температуре моющего раствора 50–80 °C и наличии движения моющей жидкости. Для чистки рекомендуется применять синтетические моющие средства с низким пенобразованием и значением pH в пределах 7–9. В качестве моющих средств могут использоваться стиральные порошки «Лотос», «Новость», «Кристалл». Применение для чистки отражателей, изготовленных методом электрохимической гальванизации, порошков и паст, содержащих кальцинированную соду и химические отбелители типа пербоната и перкарбоната, не допускается, так как они разрушают защитную пленку. Количество стирального порошка в моющем растворе рекомендуется брать таким же, как для машинной стирки.

Длительно находившиеся в эксплуатации отражатели, изготовленные методом электрохимического полирования, в открытых светильниках в условиях сильного загрязнения имеют очаги коррозии в отдельных точках поверхности зеркального слоя в виде серых «всхолмлений», ликвидация которых традиционными методами чистки невозможна. Использование для этой цели песка, наждачной бумаги не приводит к восстановлению отражающих свойств отражателя, а только ускоряет процесс выхода его из строя из-за дополнительных нарушений защитного слоя. Отражатели с очагами коррозии должны восстанавливаться путем проведения повторного процесса электрохимического полирования в условиях заводов или специализированных мастерских.

Отражатели, изготовленные методом алюминирования в вакууме с последующим закреплением зеркального слоя кремнеорганическим лаком, меньше загрязняются (благодаря наличию гладкой лаковой пленки) и эффективно восстанавливаются путем мокрой чистки в моющем растворе. Отражатели, в которых отражающий слой начинает осипаться или облезать, должны заменяться новыми.

Проведение мокрой чистки отражателей и рассеивателей рекомендуется механизировать и осуществлять в условиях мастерских так же, как это производится в промышленности². В областных, краевых центрах, столицах автономных республик рекомендуется в мастерских гор-светов организовывать участки мокрой чистки светильников и совмещать их с участками по восстановлению отражателей. Организация восстановления отражателей является важнейшей задачей, направленной на обеспечение нормируемых светотехнических параметров установок НО и эффективное использование электроэнергии. В настоящее время установки по восстановлению отражателей действуют в Москве и Пензе. Проектно-конструкторским бюро Пензенской горэлектросети разработаны установки для механизированной мойки отражателей и рассеивателей и для восстановления отражателей. В настоящее время производится изготовление опытных образцов этих установок.

¹ Несторович И. И. Восстановление характеристик отражателей светильников. — Светотехника, 1970, № 7, с. 16–18.

² Азалиев В. В., Бредихин В. В. Установка для механизированной мойки светильников. — Светотехника, 1978, № 1, с. 22–23.

Проведенные исследования показали, что применение зеркальных закрытых уплотненных светильников позволяет резко снизить потери светового потока из-за запыления, обеспечить поддержание нормируемых значений освещенности, снизить трудовые и материальные затраты на обслуживание НО. Настоятельной необходимостью является повышение эффективности защиты отсека ИС от пыли и увеличение стойкости материалов, используемых для уплотняющих прокладок в закрытых зеркальных светильниках. В открытых зеркальных светильниках, видимо, единственным путем улучшения их эксплуатационных параметров является переход на изготовление отражателей методом алюминирования.

T-0,36
T-0,02

Data resulting from studies of the operating characteristics of luminaires for outdoor lighting are given. Recommendations are presented for the methods of cleaning and renewal of their specular surfaces.

T-0,01

УДК 628.94

МЕТОД ОЦЕНКИ НЕКОТОРЫХ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Ю. Б. АЙЗЕНБЕРГ, канд. техн. наук
Всесоюзный светотехнический институт

В [1] в качестве интегрального критерия выбора наиболее эффективных ОУ и необходимых для их создания ИС, ОП и комплектующих изделий было предложено рассматривать стоимость вырабатываемой в ОУ световой энергии [руб/(Млм·ч)] при одновременном учете таких важнейших показателей, как удельные затраты труда и материалов (на 1 Млм·ч) в процессе производства необходимых для этих ОУ светотехнических изделий. В [2, 3] были предложены базовые показатели технологичности K_M , K_T и K_C ОП, отнесенные к 1 Млм·ч световой энергии, и показано насколько именно эти показатели полнее и точнее отражают соотношение затрат и эффективности (производительности) оцениваемых ОП, т. е.

$$K_M = M / (\Phi_{\text{ОП}} t) = M / Q; \quad (1)$$

$$K_T = T / (\Phi_{\text{ОП}} t) = T / Q; \quad (2)$$

$$K_C = C / (\Phi_{\text{ОП}} t) = C / Q, \quad (3)$$

где M — материалоемкость, кг/шт; C — себестоимость, руб/шт; T — трудоемкость, нормо-ч/шт; $\Phi_{\text{ОП}}$ — световой поток ОП, полезно используемый потребителем в ОУ, лм; t — ресурс работы ОП, ч; Q — полезно используемая потребителем световая энергия, вырабатываемая светильником за свой ресурс, Млм·ч;

$$Q = \Phi_{\text{ОП}} t = \Sigma \Phi_{\text{л}} \eta U t = \Sigma \Phi_{\text{л}} \Pi_{c,s} t, \quad (4)$$

где $\Sigma \Phi_{\text{л}}$ — сумма номинальных световых потоков ламп, установленных в ОП; η — КПД ОП; U — коэффициент использования светового потока ОП в ОУ, % (как было принято [2] для $i_{cp}=1,25$ и $\rho_{\text{пот}}=\rho_{\text{ст}}=\rho_p=0$); $\Pi_{c,s}$ — показатель светотехнической эффективности ОП ($\Pi_{c,s} = \eta U$).

Таким образом, приняв в качестве исходного положение о том, что для разработчика и потребителя главными технико-экономическими характеристиками любого ОП являются количество и стоимость полезной используемой световой энергии Q , вырабатываемой ОП за ресурс, введен и исследуем приведенные к 1 кВт потребляемой мощ-

ности ОП данного типа значения световой энергии Q_1 , цены (а не себестоимости) ОП \mathcal{U}_1 и удельной стоимости C_1 1 Млм·ч полезной световой энергии. При этом

$$Q_1 = (1000/P_{\text{ОП}}) Q; \quad (5)$$

$$\mathcal{U}_1 = (1000/P_{\text{ОП}}) \mathcal{U}_{\text{ОП}}; \quad (6)$$

$$C_1 = \mathcal{U}_{\text{ОП}}/Q, \quad (7)$$

где $P_{\text{ОП}} = \Sigma P_{\text{л}} + \Sigma P_{\text{ПРА}}$; $\mathcal{U}_{\text{ОП}}$ — прейскурантная цена ОП.

Очевидно, что $\mathcal{U}_{\text{ОП}}$ должна зависеть от эффективности ОП, определяемой в основном значением Q_1 , и этот важный фактор следует учитывать как при конструировании ОП, так и при выборе ОП, необходимых для решения светотехнических задач в процессе проектирования ОУ. Естественно, что значения Q_1 , \mathcal{U}_1 и определяемые ими значения C_1 существенно зависят от типа и мощности используемых в ОП ламп, конструктивно-светотехнических схем ОП, их КСС и срока службы (ресурса). Поэтому важно определить и исследовать зависимости изучаемых технико-экономических показателей от указанных характеристик ОП для основной номенклатуры ОП, в первую очередь для промышленных и общественных зданий. На основании этого можно будет установить, при каких условиях новый ОП эффективнее старого или какой из сравниваемых ОП имеет преимущества и какие. При этом существенно отметить, что цена изделия имеет второстепенное значение, главным фактором оценки сравниваемых вариантов должны быть, наряду с Q_1 , значения C_1 . Допустимо в принципе любое повышение цены ОП в таких пределах в зависимости от Q_1 , при которых C_1 уменьшается, т. е. темпы прироста Q превышают темпы увеличения \mathcal{U}_1 .

Исследовались технико-экономические характеристики 165 типоразмеров ОП для промышленных и общественных зданий с конструктивно-светотехническими схемами IA—VIA и разными лампами: с ЛН (34 типоразмера) и ГЛВД (54), а также 77 типоразмеров ОП с ЛЛ со схемами I—VIB, VIB, VII [4, 5]*, для которых были отобраны и систематизированы данные об их КПД, КСС, ценах, расходе материалов, трудоемкости, а затем рассчитаны Q_1 , \mathcal{U}_1 и C_1 **.

Анализ результатов расчетов предложенным методом показал следующее. Значения Q_1 для ОП с лампами разных типов приведены на рис. 1, где отмечены области размещения основного массива значений Q_1 . Наименьшие Q_1 имеют место для ОП всех конструктивных исполнений с ЛН. По сравнению с Q_1 для ОП с ЛЛ значения Q_1 для ОП с ДРЛ, МГЛ и НЛВД выше в 2,0—3,1; 2,2—3,2; 3,2—5,2 и 3,7—7,6 раза соответственно. При этом характер изменения значения Q_1 для ОП одного исполнения с лампами одного и того же типа, но различной мощности, не имеет одинаковой четко выраженной зависимости. Так, для ОП с ЛН с увеличением единичной мощности значение Q_1 либо остается практически неизменным, либо слабо возрастает (пропорционально росту световой отдачи). Для ОП с ДРЛ Q_1 уменьшается на 10—15% в случае ОП со схемами IA и слабо возрастает при схеме IVB. В то же время для ОП с МГЛ четко отмечается возрастающая зависимость Q_1 от мощности ламп (в 1,5—1,7 раза), что связано прежде всего со значительным ростом световой отдачи этих ламп при переходе от малых мощностей (125—250 Вт) к средним и большим (400—

* Как известно [4, 5], группы I и II конструктивно-светотехнических схем объединяют открытые ОП с отражателями без естественной вентиляции и с вентиляционными отверстиями; группа III — ОП с неуплотненными рассеивателями или защитными стеклами; группа IV — ОП с глубокими отражателями, выходные отверстия которых перекрыты уплотненными стеклами; группы V и VI — ОП с куполообразными защитными стеклами и внешними по отношению к ним отражателями или без них (при этом буквы Н и В здесь обозначены соответственно исполнения повышенной надежности против взрыва и взрывобезопасные). Как показал анализ, отличие технико-экономических характеристик ОП со схемами групп I и II, а также V и VI оказалось незначительным, поэтому ОП этих групп объединялись попарно; ОП со схемами IIIA не анализировались из-за их крайне ограниченной номенклатуры.

** В работе активно участвовал А. В. Гунчев.

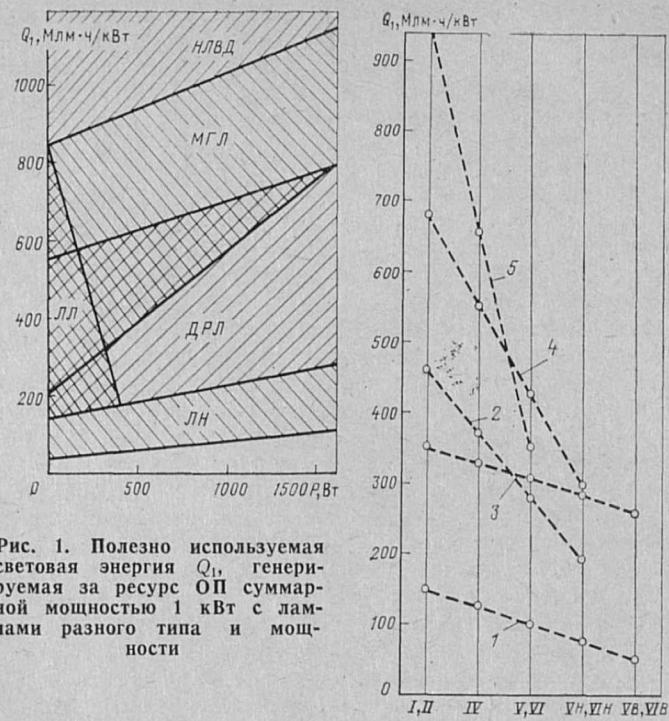


Рис. 1. Полезно используемая световая энергия Q_1 , генерируемая за ресурс ОП суммарной мощностью 1 кВт с лампами разного типа и мощности

Рис. 2. Изменение Q_1 для ОП с конструктивно-светотехническими схемами различных групп и лампами типов:
1 — ЛН; 2 — ДРЛ; 3 — ЛЛ; 4 — МГЛ; 5 — НЛВД

2000 Вт). Наряду с этим отмечается резко выраженная зависимость Q_1 от конструктивно-светотехнической схемы ОП. На рис. 2 и 3 показаны изменения Q_1 ОП с одинаковыми и разными типами ламп и наиболее распространенными конструктивно-светотехническими схемами. При этом на рис. 2 приведены абсолютные значения Q_1 , а на рис. 3 за 100 приняты Q_1 (а также \mathcal{U}_1 и C_1) для открытых ОП групп I или II. Значительное снижение Q_1 при переходе к закрытым уплотненным и взрывозащищенным исполнениям ОП связано в первую очередь с тем, что при этом одновременно происходит существенное снижение средней мощности ламп, применяемых в ОП этих групп, а следовательно, и их световой отдачи (это меньше всего заметно для большинства ОП с ЛЛ и больше всего для ОП с МГЛ и ЛН). Наряду с этим в ОП групп IV—VI заметно снижается КПД из-за наличия защитных светопропускающих оболочек, уменьшается коэффициент использования благодаря снижению роли отражателей и доли зеркальных ОП, повышению удельного веса ОП с нерациональными КСС (типов M и D-1). Для ОП с ЛЛ одновременно возрастает отрицательное влияние температуры внутри ОП на параметры ламп.

Для динамики изменения цен характерна противоположная тенденция (рис. 3). Цена ОП исключительно отзывчива к изменению мощности лампы и конструктивно-светотехнической схемы. Причем градиент изменения цены резко возрастает для малых мощностей ламп и сложных конструкций приборов. Это видно из рис. 3 и 4.

Анализ данных рис. 3 и 4 позволяет сделать следующие дополнительные выводы. Для ОП группы IA, т. е. для открытых ОП, в основном с круглосимметричными отражателями, наблюдается значительное опережение роста Q_1 по сравнению с ростом \mathcal{U}_1 (в 1,3—1,8 раза), что, естественно, приводит к малой стоимости 1 Млм·ч, составляющей для ОП с ДРЛ, МГЛ и НЛВД в среднем соответственно 76, 77 и 61% от C_1 для ОП с ЛН. Для ОП с ЛЛ, относящихся к группам IB и IV (имеющим принципиально иные конструкцию, расход материала и трудоемкость изготовления), картина существенно отличается: при росте Q_1 в 2,5 раза по отношению к Q_1 для ОП с ЛН значение \mathcal{U}_1 ОП группы I возрастает в 10 раз, что приводит к повышению C_1 более чем в 4 раза. Эти соотношения относятся к наиболее многочисленным по номенклатуре и объему производства ОП. Что касается ОП других конструктивно-светотехнических схем, то за исключе-

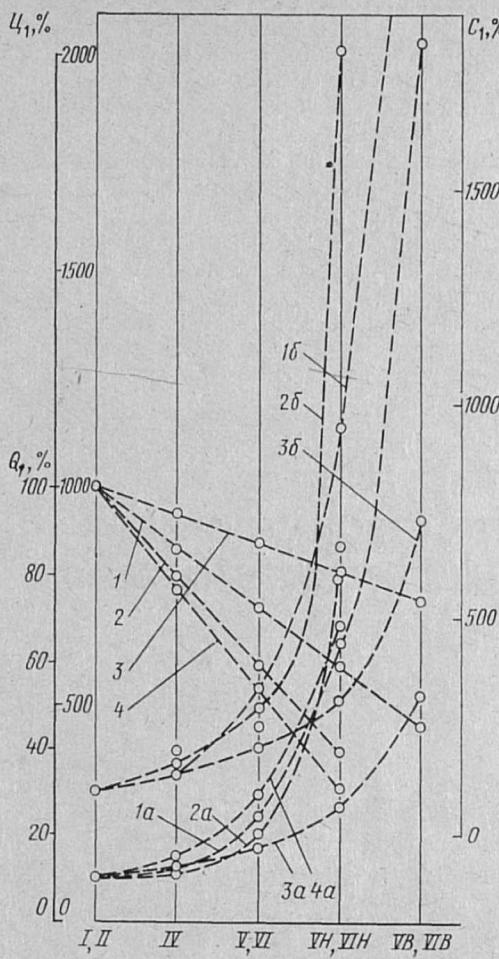


Рис. 3. Изменение Q_1 , \mathcal{C}_1 , и C_1 для ОП с конструктивно-светотехническими схемами различных групп (в относительных единицах, за 100 приняты значения для ОП группы I) с лампами типов: Q_1 : 1 — ЛН; 2 — ДРЛ; 3 — ЛЛ; 4 — МГЛ; \mathcal{C}_1 : 1а — ЛН; 2а — ДРЛ; 3а — ЛЛ; 4а — МГЛ; C_1 : 1б — ЛН; 2б — ДРЛ; 3б — ЛЛ

чением ОП с ЛН и рудничных взрывобезопасных ОП с ЛЛ все они в основном являются новыми изделиями с относительно малым объемом производства и высокой ценой. При этом цены изделий настолько не увязаны с их потребительскими свойствами и не скоррелированы друг с другом, что значения C_1 для большинства случаев превышают таковые для соответствующих ОП с ЛН.

Изменение \mathcal{C}_1 ОП с одинаковым типом лампы, но с различным конструктивным исполнением характеризуется различной динамикой. Если при переходе от ОП группы I к ОП групп VII и VIII \mathcal{C}_1 увеличивается в 2,7 для ОП с ЛЛ и в 4,4 раза для ОП с ЛН, то для новых ОП с МГЛ и ДРЛ это увеличение соответственно равно 6,8 и 8 раз. Известно, что взрывозащищенные исполнения ОП с высокотемпературными лампами требуют наличия дорогих ударопрочных и термостойких светопропускающих оболочек, стоимость которых составляет значительную часть себестоимости этих ОП, чем и объясняется, в частности, увеличение в 20 раз цены взрывобезопасных ОП с ЛН (по сравнению с ценой ОП группы I) при повышении всего лишь в 5 раз \mathcal{C}_1 соответствующих ОП с ЛЛ.

На номограмме (рис. 5) приведена взаимосвязь меж-

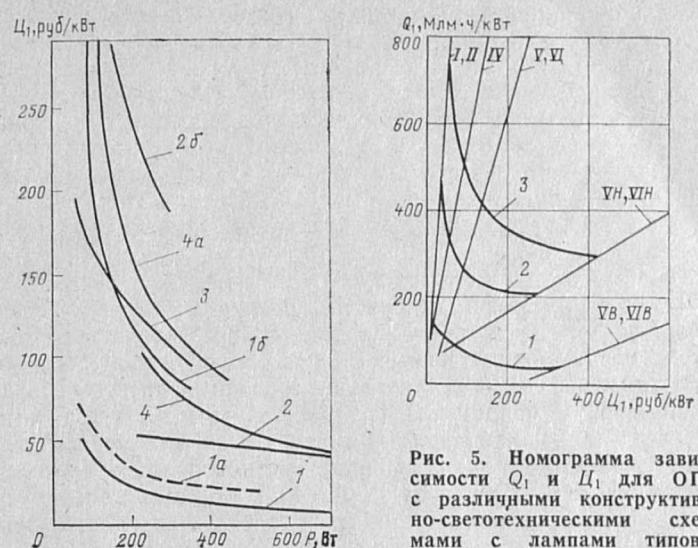


Рис. 4. Изменение \mathcal{C}_1 для ОП с конструктивно-светотехническими схемами различных групп с лампами разных типов:

a — светильники со схемами группы I; b — группы V, VI; v — группы VII, VIII; I — ЛН; 2 — ДРЛ; 3 — ЛЛ, МГЛ

ду Q_1 и \mathcal{C}_1 для ОП с различными конструктивно-светотехническими схемами (IA—VIA) и типами ламп, построенная по усредненным данным. Из номограммы видно, какой, исходя из сложившихся технологий производства, стоимости материалов и комплектующих изделий, зарплаты и накладных расходов, а также технического уровня изделий, должна быть цена ОП, обеспечивающих конкретное значение Q_1 при соответствующем конструктивном исполнении. Из номограммы, согласуясь с данными рис. 1, вытекает, ОП с какими лампами должны обеспечивать те или иные значения Q_1 . В принципе требуемые Q_1 могут быть приведены в соответствие с нормируемыми значениями освещенности и ежегодным числом часов использования ОП в год.

Исходя из данных таблицы можно сделать вывод, что \mathcal{C}_1 для многих конструктивных исполнений ОП с ГЛВД и ЛН существенно меньше, чем для ОП с ЛЛ. Исключение представляют взрывобезопасные ОП с ЛН и ОП повышенной надежности против взрыва с ДРЛ, для которых \mathcal{C}_1 больше, чем для ОП с ЛЛ.

Отметим, что проведенный анализ подтверждает существенно большую эффективность зеркальных ОП группы IA по сравнению с ОП с диффузными отражателями этой же группы. Для зеркальных ОП Q_1 в среднем на 35% больше, цена возрастает приблизительно на 14%; при этом \mathcal{C}_1 снижается на 17%.

На основе данных о меньших значениях \mathcal{C}_1 для большинства конструкций ОП с ЛН для тяжелых условий среды было бы неверно делать вывод о необходимости разработки или применения в этих условиях только ОП с ЛН. При конструировании ОП и проектировании ОУ с ними необходимо одновременно рассматривать и сравнивать как значения Q_1 , так и \mathcal{C}_1 . При этом очевидна неконкуренцспособность в большинстве случаев ОП с ЛН, у которых Q_1 в 2–8 раз меньше, чем у ОП с ГЛ. Вместе

Технико-экономические характеристики ОП с лампами типов

Конструктивно-светотехническая схема	Технико-экономические характеристики ОП с лампами типов														
	ЛН			ДРЛ			МГЛ			НЛВД			ЛЛ		
	Q_1	\mathcal{C}_1	C_1	Q_1	\mathcal{C}_1	C_1	Q_1	\mathcal{C}_1	C_1	Q_1	\mathcal{C}_1	C_1	Q_1	\mathcal{C}_1	C_1
I, II	100	100	100	327	246	76	520	276	77	765	465	61	246	1000	410
IV	100	100	100	220	314	150	338	483	155	—	—	211	1155	575	
V, VI	100	100	100	259	148	49	422	461	107	378	1108	250	—	315	613
V, VII	100	100	100	222	454	212	318	529	170	—	—	—	570	255	46
V, VII	100	100	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

с тем, учитывая низкие значения C_1 для ОП с ЛН, их выгодно применять во всех случаях, когда требуются малые Q_1 , т. е. тогда, когда малы нормируемые освещенности или мало число часов использования ОП в год.

Предлагаемая методика оценки эффективности ОП прежде всего на стадии их конструирования ни в коей мере не исключает необходимости проведения технико-экономического расчета ОУ в целом методом, изложенным в [6], в процессе которого учитываются не только капитальные затраты, но и эксплуатационные расходы, находятся суммарные приведенные затраты с учетом срока окупаемости и амортизационных отчислений.

Рассмотренный нами метод оценки некоторых технико-экономических характеристик ОП представляет конструктору дополнительные возможности для определения на начальной стадии разработки предельной цены и эффективности нового ОП по известным параметрам ламп, заданным конструктивно-светотехнической схеме, КПД и КСС, а также ресурсу ОП. Проведенный анализ показывает, насколько неэффективны ОП с лампами малой мощности и как выгодно стремиться к увеличению единичной мощности ОП, что хорошо согласуется с выводами для ОУ, сделанными в [7].

Исходя из полученных результатов очевидна целесообразность, с одной стороны, максимально ограничить применение наименее эффективных взрывобезопасных ОП, а с другой — принять меры к значительному удешевлению этих ОП.

Для повышения рациональности конструкции ОП чрезвычайно важно осуществить разработку и применять зеркальные открытые вентилируемые ОП с конструктивно-светотехническими схемами II с эффективными КСС и светотехническими материалами и покрытиями, стойкими к воздействию окружающей среды и многократным чисткам. Из приведенных данных, в частности на рис. 5, видно, что ОП с конструктивно-светотехническими схемами группы IV наиболее близки по значениям Q_1 и C_1 к открытому ОП групп I и II. Осветительные приборы группы IV являются вместе с тем ОП с наилучшими эксплуатационными характеристиками [4, 8] и наиболее легко управляемым светораспределением. Все это позволяет сделать вывод о целесообразности разработки и применения для тяжелых сред преимущественно ОП группы IV. Полученные данные свидетельствуют также о необходимости определенного упорядочения цен действующей номенклатуры ОП с учетом параметров их эффективности и значительного выпадения из сложившегося конъюнктурного ряда цен на некоторые приборы с МГЛ и НЛВД.

В настоящее время для получения всех технико-экономических характеристик ОП не хватает ряда данных, в частности из-за ограниченности ассортимента ОП. По мере развития производства ОП и комплектующих изделий, а также расширения их номенклатуры значения приведенных параметров и их соотношений будут изменяться. Вместе с тем предлагаемый метод оценки таких важных параметров ОП, как Q_1 , C_1 и C_1 на каждом этапе развития ОП останется важным инструментом в руках светотехников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айзенберг Ю. Б., Пыжов П. П., Сарычев Г. С. Важнейшее направление комплексного повышения эффективности осветительных установок и светотехнического производства. — Светотехника, 1978, № 12, с. 1—4.
2. Айзенберг Ю. Б. О базовых показателях технологичности светильников. — Светотехника, 1982, № 6, с. 18—19.
3. Айзенберг Ю. Б. Некоторые общие принципы системного подхода к конструированию световых приборов. — Светотехника, 1982, № 10, с. 15.
4. Айзенберг Ю. Б. Световые приборы. М.: Энергия, 1980, 464 с.
5. СНиП II-4-79. Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования.
6. Клюев С. А. Технико-экономические расчеты при проектировании осветительных установок. — Светотехника, 1981, № 7, с. 23—27.
7. Кнорринг Г. М. О возможностях укрупнения источников света общего освещения. — Светотехника, 1969, № 7, с. 1—7.
8. Айзенберг Ю. Б., Несторович И. И. Эксплуатационная надежность промышленных светильников с лампами накаливания и ДРЛ. — Светотехника, 1975, № 9, с. 5—8.

* * *

The paper proposes a method of evaluating the effectiveness of lighting units by the amount (Q_1) and cost (C_1) of the useful quantity of light generated by them throughout their life. Principles describing the changes of these parameters for units with various lamps have been found. A relationship between the price of the units and their useful quantity of light has been determined. Lighting constructions of groups I, II and IV distinguished by rational luminous distributions are shown to be the most effective ones. A need for matching the prices of some luminaires, especially with new lamps, with their effectiveness, is stressed.

7-0,01

УДК 628.94:628.977.1:622.33

РАСЧЕТ ОСЕВОЙ СИЛЫ СВЕТА ШАХТНЫХ СВЕТОСИГНАЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

С. В. БАБКОВ, канд. техн. наук,
О. С. ЖЕЛЕЗНЯК, инж.
Макин

Эффективность применения светосигнальных приборов в подземных выработках шахт зависит от степени учета при их проектировании факторов производственной среды, характеризующихся повышенной запыленностью, малыми яркостями фона, наличием блесков ИС (стационарных светильников). В связи с этим при расчете шахтных светосигнальных приборов необходимо располагать данными о степени поглощения светового потока запыленной атмосферой, значениях яркости фона и влияния ОП на восприятие сигналов.

Для расчета требуемой осевой силы света светосигнальных приборов воспользуемся формулой [1]:

$$I_0 = k_1 k_2 k_3 E_p D^2 s e^{aD}, \quad (1)$$

где k_1 и k_2 — коэффициенты, учитывающие старение лампы в процессе эксплуатации и загрязнение защитного стекла прибора отложениями угольной пыли; k_3 — коэффициент, обеспечивающий «запас» освещенности на зрачке наблюдателя по сравнению с пороговым значением; E_p — расчетная освещенность на зрачке наблюдателя; D — дальность действия прибора; s — коэффициент, учитывающий повышение светового порога вследствие слепящего действия ИС, расположенных в горных выработках; a — показатель поглощения рудничной атмосферы.

Значения k_1 , k_2 и k_3 могут приниматься согласно рекомендациям [1—3] и составлять: $k_1=1,4$; $k_2=1,15—2,0$ и $k_3=3—10$.

Расчетное значение E_p зависит от яркости фона L_Φ , а для проблесковых сигнализаторов также от продолжительности проблеска $t_{\text{пр}}$. Освещенность в горных выработках может изменяться от 2 до 10 лк [2]. Коэффициент отражения стенок выработок составляет в среднем 0,2—0,3. В этих условиях $L_\Phi=0,13—0,96 \text{ кд}/\text{м}^2$.

Значение хроматического порога вычислялось в соответствии с рекомендациями [4] по формуле

$$E = C_\lambda L^{0,6+0,1 \lg L}, \quad (2)$$

где C_λ — коэффициент, зависящий от цвета излучения.

При расчете I_0 постоянных сигналов принималось, что $E_p=E$, а для проблесковых сигналов вводилась поправка к пороговой освещенности на зрачке наблюдателя согласно закону Блонделя — Рей [1].

Дальность действия, исходя из технологических условий, составляла 150 м.

Коэффициент, учитывающий повышение светового порога вследствие слепящего действия ИС в горных выработках