

Из опыта эксплуатации светильников в промышленных осветительных установках

В.В. БАРМИН¹

ОАО «Ардатовский светотехнический завод»

Успехи в разработке новых и модернизации традиционных источников света (ИС) делают возможным создание энергоэффективных осветительных установок (ОУ), обеспечивающих высокое качество освещения на рабочих местах. Однако реальные технико-экономические и качественные показатели ОУ определяются не только параметрами ИС, но и, в значительной степени, конструкцией выбранных световых приборов (СП) и регламентом обслуживания ОУ. В свою очередь, регламент обслуживания ОУ, необходимый для поддержания их параметров в нормированных пределах, зависит от условий окружающей среды и конструктивно-технологических особенностей выбранных СП. О важности учёта специфических требований при разработке СП и значении правильного выбора СП по конструктивно-технологическому признаку, с учётом реальных условий окружающей среды, свидетельствует множество соответствующих исследований специалистов ВНИСИ, ГПИ «Тяжпромэлектропроект» и ГПИ «Электропроект», опыт ряда проектных, монтажных и эксплуатационных подразделений крупных предприятий страны и др. При этом большой комплекс исследовательских и экспериментальных работ, посвящённых данной проблеме, выполнен докт. техн. наук, проф. Ю. Б. Айзенбергом (ВНИСИ) и его учениками [1–7]. С опорой на эти исследования СНиП 23–05–95 «Естественное и искусственное освещение». Приложение Г. предусматривает классификацию СП по эксплуатационным группам в зависимости от конструктивно-светотехнической схемы СП и твёрдости используемых в нём светотехнических материалов (покрытий).

К сожалению, за годы перестройки интерес к указанной группе вопросов пропал. Об этом косвенно свидетельствует отсутствие в журнале «Светотехника» статей по надёжности отечественных СП и вопросу эксплуатации ОУ в целом. Мне кажется, журнал заметно обеднел, потеряв своих авторов-специалистов энергетических служб предприятий, проектно-конструкторских групп и отде-

лов ведущих предприятий и институтов страны. Приходится сожалеть и по поводу нарушения прямых связей производителей с конечными потребителями СП (эксплуатационниками). Прямое общение с потребителями и обратная связь их с производителями позволяли последним получать достоверную, проверенную практикой информацию о техническом уровне, недостатках и качестве серийных СП и пожелания по внесению изменений, улучшающих эти изделия. В настоящее время между производителями и конечными потребителями сформировалась «многослойная прокладка» из «виртуальных потребителей»: дистрибьюторов, дилеров, субдилеров и др. Через эту «прокладку» трудно просочиться информации, отражающей реальное положение дел, и, хуже того, многие «прокладочники» преднамеренно искажают истинное положение дел в угоду сиюминутной выгоде. Среди них бытует мнение о необходимости резкого сокращения номенклатуры СП для производственных помещений, ибо, мол, широкая номенклатура «затрудняет логистику». В частности, предлагается исключить исполнение СП с РЛВД и ЛН с вентиляционными отверстиями в отражателях и корпусах². Безусловно, номенклатура СП должна обновляться, но в основу такого обновления, не в последнюю очередь, должны ставиться требования и пожелания конечных потребителей.

В настоящей статье мне хочется показать на нескольких примерах, основанных на реальном опыте эксплуатации ОУ и собственных исследованиях, насколько может быть полезной информация «из первых рук». (При этом в статье лишь фрагментарно, рассмотрен вопрос, связанный с влиянием конструктивных особенностей СП на их тепловой режим и эксплуатационные свойства. Подробно и всесторонне вопрос рассмотрен в [1–7]).

Ретроспективное рассмотрение данных ранее проведённых исследований и опыта эксплуатации ОУ, содержащих СП с ЛН и РЛВД, показывает, что глав-

² Что противоречит и общемировой практике, и соответствующей учебной литературе (см., напр., [7])

ные проблемные вопросы эксплуатации этой широко распространённой категории СП – тяжёлый тепловой режим работы практически всех элементов СП и быстрое ухудшение заявленных производителем светотехнических параметров. Эти недостатки ведут к ускоренному выходу СП из строя (намного раньше регламентируемого стандартами и техническими условиями срока службы в 8–10 лет) и резкому снижению уровня и качества освещения уже в первые месяцы эксплуатации ОУ.

Далее приведу две краткие публикации специалистов-практиков, поделившихся своим опытом эксплуатации СП на страницах журнала «Светотехника», без сокращений и редактирования³, так как просто ссылки на них, учитывая давность публикаций, не позволят многим читателям, особенно молодым, с ними ознакомиться. Думаю, выводы и предложения, изложенные ниже, не потеряли своей значимости и сегодня и позволят в какой-то мере ответить на поставленный выше дискуссионный вопрос.

Итак, публикация первая [8]:

«На Ленинградском механическом заводе УКР ЛПП в январе 1972 г. были проведены опыты по снабжению замкнутых (закрытых) корпусов светильников с лампами ДРЛ 700 перфорацией из 24 отверстий диаметром 8 мм каждое. В результате проведённых опытов получены следующие результаты:

1. Температура проводов в месте ввода их в корпуса светильников понизилась со 162 до 114° С, уменьшились также температура нагрева патронов, вероятность пробоя изоляции и замыкания.

2. В светильниках без перфорации имела место повышенная загрязнённость внутренних частей, что в значительной мере уменьшало световой поток и вынуждало производить чистки светильников. Светильники, снабжённые перфорацией и установленные 3 апреля 1972 г. в экскаваторном цехе завода, по состоянию на 20 января 1973 г. ни разу не подвергались промывке. За это время освещённость снизилась незначительно.

В результате проведённых опытов принято решение выполнить перфорацию на корпусах всех имеющихся на заводе светильников с замкнутыми (закрытыми) корпусами с лампами ДРЛ, так как

³ Если не считать, что название СП (светильники) заменено описанием интересующего нас в данном случае исполнения корпуса СП – «замкнутый (закрытый)», т.к. в связи с выходом ГОСТ 17677-82 изменилась система обозначений СП.

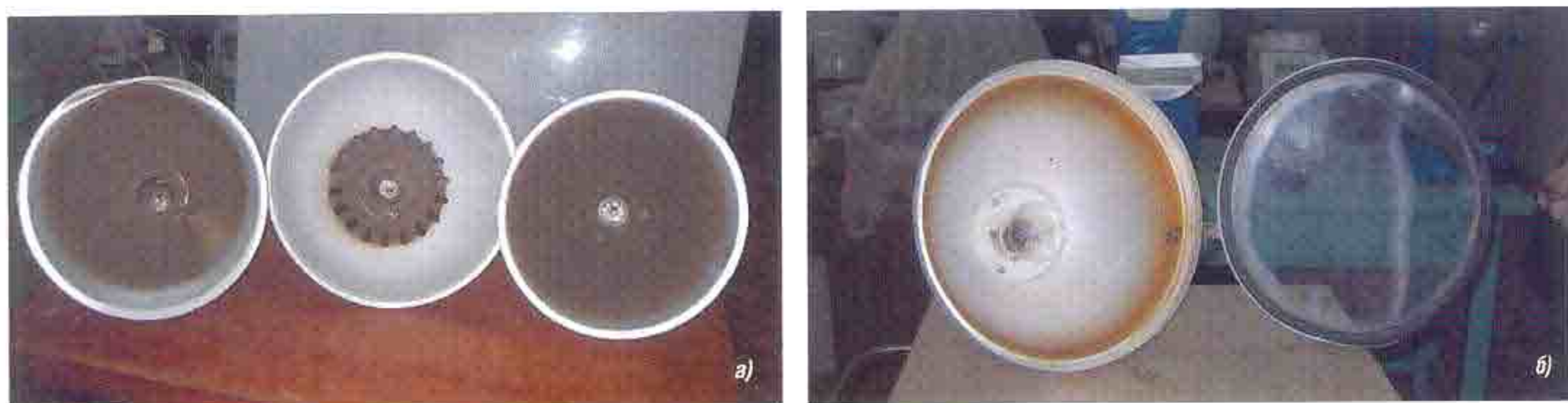


Рис. 1. Светильники с лампой ДРЛ 250 (а) и лампой накаливания мощностью 200 Вт (б) после 6 лет эксплуатации

это в значительной мере снижает затраты на эксплуатацию.

Считаем необходимым предложить заводу-изготовителю изучить опыт, полученный на Ленинградском механическом заводе УКР ЛП, и принять решение о выпуске светильников с лампами ДРЛ только с перфорацией на корпусе».

Вторая публикация [9] (автор – сотрудник Ленинградского отделения ГПИ «Тяжпромэлектропроект»):

«Светильники для ламп ДРЛ с открытыми и закрытыми для естественной вентиляции корпусами предназначены для решения одних и тех же светотехнических задач. Уже и раньше было известно, что светотехнические характеристики светильников с закрытыми корпусами в условиях пыльной среды ухудшаются значительно быстрее, чем светотехнические характеристики светильников с открытыми корпусами. Это различие можно оценить даже на глаз. Так, например, на одном из металлургических предприятий имеются участки, освещение которых выполнено как светильниками с открытыми, так и светильниками с закрытыми корпусами, причём участки, освещённые светильниками с открытыми корпусами, резко отличаются по уровню освещённости от участков, освещённых светильниками с закрытыми корпусами. Известны, но не получили должной количественной оценки случаи, когда закрытые корпуса светильников перфорировались в верхней части, чем значительно улучшались условия естественной вентиляции светильников и тем самым улучшались светотехнические характеристики светильников в пыльной среде.

Нам была предоставлена возможность сопоставить светотехнические характеристики вышеуказанных типов светильников между собой.

Эти светильники эксплуатировались в одних и тех же тяжёлых условиях окружающей среды (прокатный цех металлургического завода) и находились без чистки одно и то же время – немногим

больше 1,5 лет. Вышеуказанные типы светильников фотометрировались вначале в том состоянии, в котором они находились к моменту фотометрирования, а затем очищались и фотометрировались очищенные.

Для фотометрирования бралось по три светильника каждого типа.

Данные фотометрирования показали, что отношение КПД светильников после длительной эксплуатации к КПД очищенных светильников составляет:

- Светильники с открытым корпусом – 88 %.
- Светильники с замкнутым корпусом – 59 %.
- Светильники с замкнутым корпусом с дополнительно выполненной перфорацией в верхней зоне отражателя – 93 %.

При визуальном непосредственном осмотре светильников оказалось, что светильники с замкнутым корпусом и отражателем имеют сильно загрязнённую поверхность отражателей, особенно в верхней части, те же светильники, но перфорированные имеют намного меньше загрязнённую поверхность отражателя, причём загрязнённость распределена достаточно равномерно. Отражатели светильников с открытым корпусом имеют также небольшую и равномерно распределённую загрязнённость поверхности.

Если отражатели светильников с открытыми корпусами можно было легко очистить даже сухой тряпкой, то для очистки в цеховых условиях отражателей светильников с замкнутыми (закрытыми по всему периметру) корпусами необходимо было применять механические способы.

Таким образом, можно констатировать, что даже при длительном времени между чистками отражателей, светильники с открытыми корпусами и перфорированными отражателями лишь незначительно ухудшают свои светотехнические характеристики, и очевидно, настало время рассмотреть вопрос об изменении конструкций отражателей светильников».

Можно было бы коснуться и ряда ОКР по данной проблеме, но, по-моему, приведённых фактов достаточно для убеждения в важности поднятого вопроса для практической светотехники.

Учитывая, что за последние 15–20 лет в стране подобные исследования практически не велись, естественно встаёт вопрос, насколько актуален учёт сказанного в современных конструкциях СП и при выборе типа СП на стадии проектирования ОУ с учётом специфики освещаемых объектов.

Для получения ответа на него мне представилась возможность пронаблюдать и оценить поведение СП разных эксплуатационных групп в реальной ОУ механосварочного участка ремонтноинструментального цеха. Воздушная среда содержала аэрозоли, связанные с эпизодически проводимыми сварочными работами (дуговая и точечная контактная сварка), маслосодержащие испарения от работающего механического оборудования и сопутствующую данному производству пыль.

СП эксплуатировались по одинаковой схеме текущего обслуживания. На протяжении 6 лет эксплуатации из регламентных работ выполнялась только операция замены перегоревших ламп. Изначально предполагалось, что такой режим работы позволит получить наиболее убедительную информацию о влиянии конструктивно-светотехнической схемы СП на степень загрязнения их отражающей поверхности.

Кроме визуального наблюдения, проводились инструментальные исследования влияния конструктивно-светотехнической схемы СП на динамику их светотехнических характеристик в процессе эксплуатации и возможность улучшения и поддержания их на приемлемом уровне с использованием доступных потребителю средств.

Данный производственный участок освещался СП с лампами ДРЛ и ЛН. Основные конструктивно-

технологические особенности СП следующие:

- Корпуса и отражатели изготовлены из листового алюминия марки А5М методом ротационного выдавливания.

- Отражатели «объярчены» (осветлены) в щелочном растворе (глубокое травление) с последующей обработкой в кислотном растворе (анодирование). (Обработанная таким образом поверхность отражателей имеет направленно-рассеянную индикатрису отражения, форма которой зависит от реальных параметров технологического процесса.)

- По единому технологическому регламенту были изготовлены три группы СП, отличающиеся по своему конструктивному исполнению:

- С открытым в нижнюю полусферу выходным световым отверстием, отражатель полностью замкнут (закрыт) в верхней полусфере и накрыт сверху глухим (без вентиляционных отверстий) корпусом, в котором размещён патрон. К корпусу сверху пристыкован узел подвеса светильника и ввода сетевых проводов (рис. 1, а; левое и правое фото).

- С открытым в нижнюю полусферу выходным световым отверстием, в верхней части отражателя выполнены 18 вентиляционных эллиптических отверстий длиной 31 мм и шириной 14 мм для свободного прохода нагретого во внутреннем пространстве светильника воздуха, смешанного со сварочными аэрозолями, маслосодержащими испарениями и пылью из окружающего пространства. Суммарная площадь отверстий в верхней зоне – 70 см² (рис. 1, а; среднее фото).

- Закрытые (уплотнённые) с защитным стеклом, полностью перекрывающим выходное отверстие отражателя, степень защиты конструкции – IP54 (рис. 1, б).

Как видно из рис. 1:

- Отражатель светильников первой группы после 6 лет эксплуатации практически полностью покрылся чёрным налётом и перестал выполнять свою основную функцию – заданное перераспределение светового потока ИС. КСС светильника за время эксплуатации сильно изменилась и из глубокой («д») на момент установки светильника (рис. 2, кривая 3) деформировалась в полуширокую («д») (рис. 2, кривая 1). При этом КПД светильника снизился с начальных 73 до 19%, значения силы света в угловой зоне 0–30°, наиболее ценной и характерной для глубокой КСС, снизились примерно в 10 раз.

- Отражатель светильников второй группы после 6 лет эксплуатации резко отличается по внешнему виду от отража-

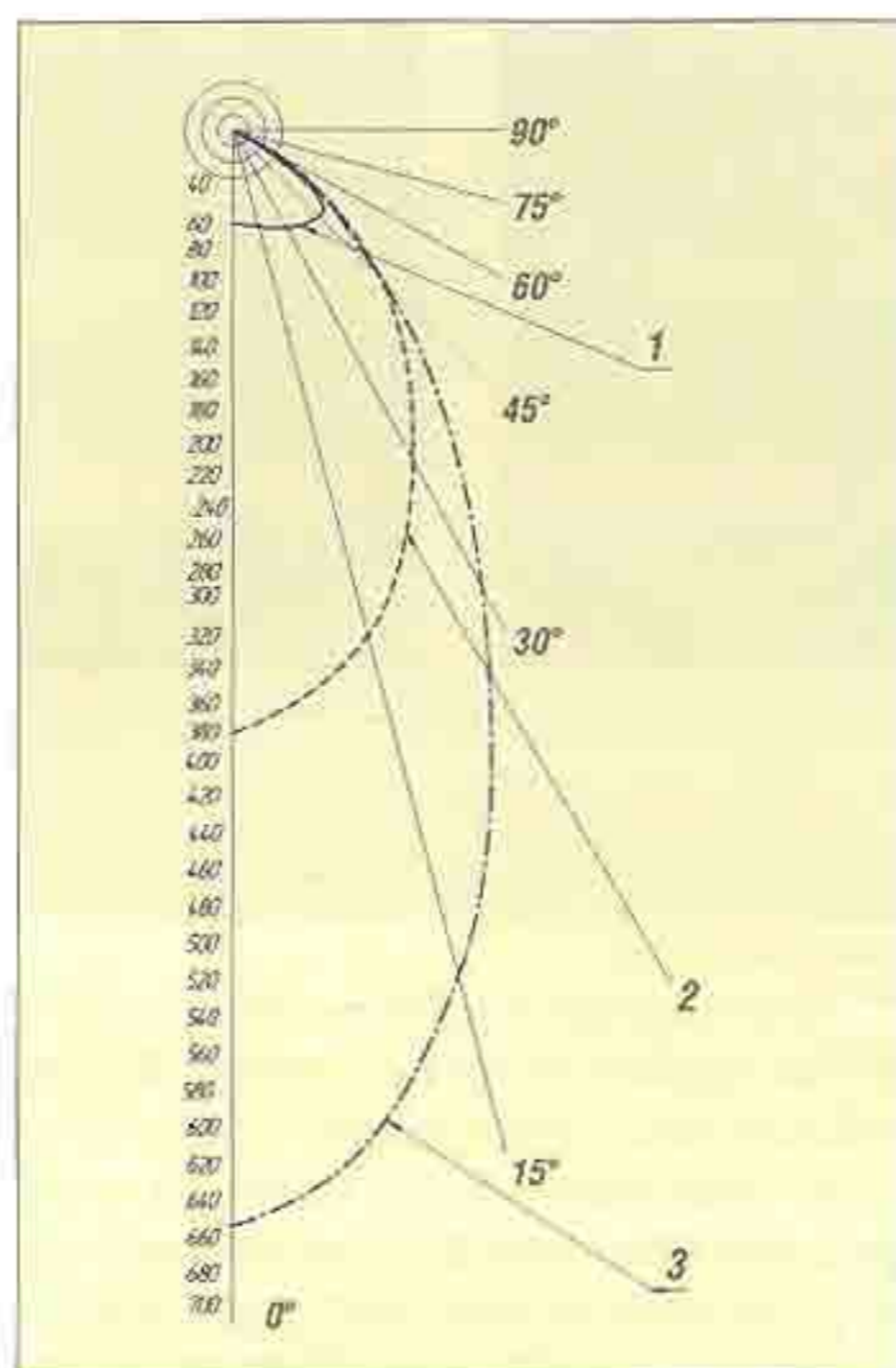


Рис. 2. Кривые силы света светильника с лампой ДРЛ 250 без вентиляционных отверстий, кд/1000 лм: 1 – до чистки отражателя; 2 – после протирки отражателя ветошью и промывки водой; 3 – после обработки щёлочью и анодирования

теля светильников первой группы. Он загрязнён существенно меньше. На рис. 1, а (среднее фото) отчетливо просматривается влияние вентиляционных отверстий в верхней части отражателя на степень загрязнения отражающей поверхности – «эффект дымовой трубы»; зона отражателя, расположенная ниже отверстий, подвержена заметно меньшему загрязнению, чем примыкающая к ней зона выше вентиляционных отверстий (туниковая зона). КСС светильников второй группы за период эксплуатации тоже деформировалась (рис. 3, кривая 4⁴), но существенно меньше. Причём значения силы света в угловой зоне 0–30° снизились в 2,5 раза, а КПД светильника – с 78 до 53%. Таким образом, отражатель продолжает в существенной мере формировать результирующую КСС светильника.

- Светильники третьей группы имеют особый характер загрязнения оптической системы. При этом отражатель покрыт плотным слоем налёта не в верхней, а в нижней части, в виде сплошного кольца жёлто-оранжевого цвета, примыкающего к уплотнительной прокладке защитного стекла. На последнем виден плот-

⁴ В верхнюю полусферу светильник излучает незначительно (примерно 4–5% от светового потока), и потому кривая силы света в верхней полусфере не приводится

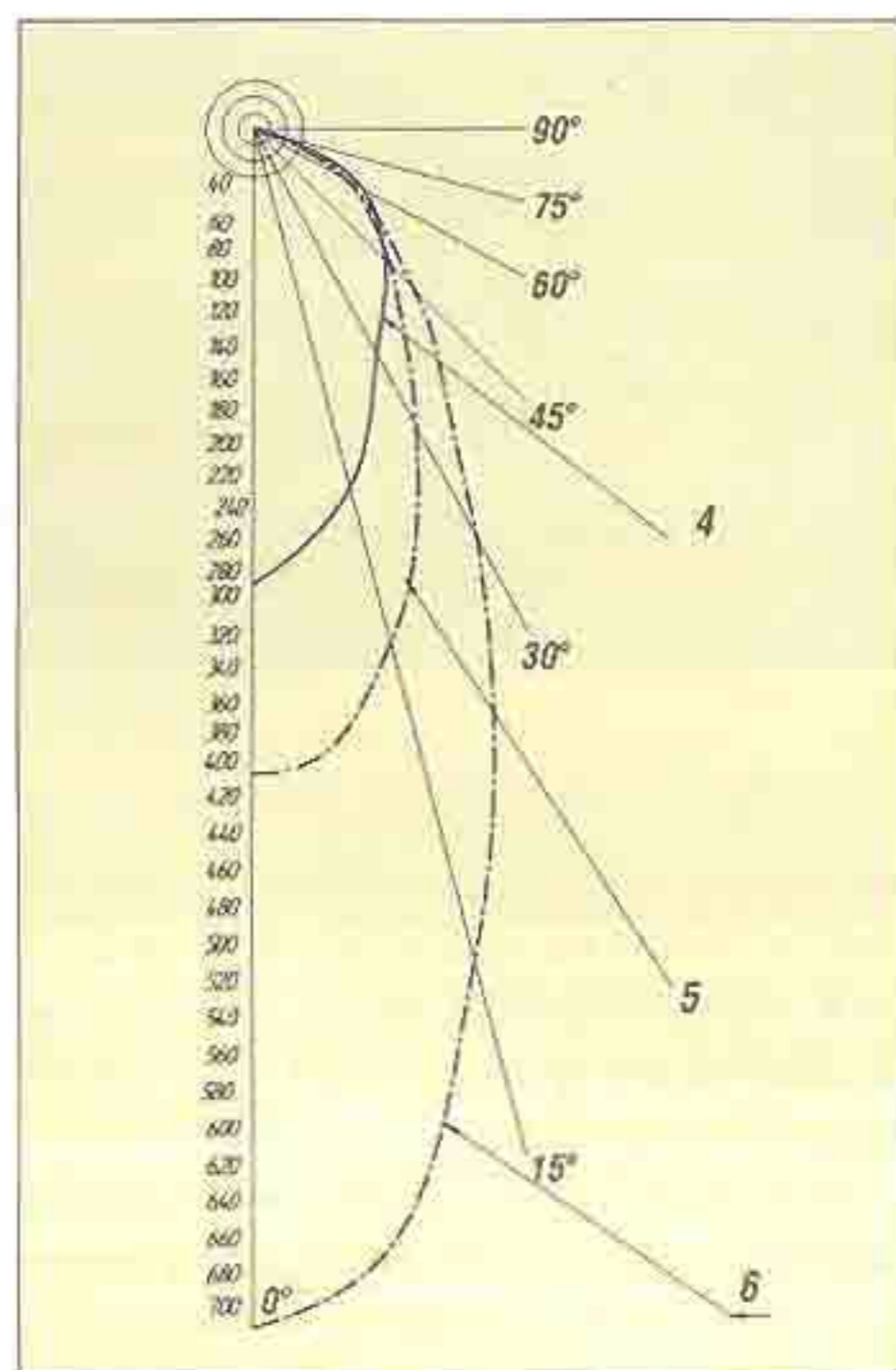


Рис. 3. Кривые силы света светильника с лампой ДРЛ 250 с вентиляционными отверстиями, кд/1000 лм: 4 – до чистки отражателя; 5 – после протирки отражателя ветошью и промывки водой; 6 – после обработки щёлочью и анодирования

ный налёт серого цвета, в виде размытого кольца, примыкающего к уплотнительной прокладке. Очевидно, что источником загрязнения отражателя и защитного стекла в данном случае является не окружающее светильник пространство, а газовыделение из уплотнительной прокладки, вызываемое недопустимо высокой для выбранного материала прокладки температурой. Дальнейшие количественные исследования параметров светильников третьей группы не производились, так как изначально ставилась задача сравнения светильников двух первых групп.

Сравнение КСС и КПД светильников первой и второй групп после 6 лет их эксплуатации в указанных реальных условиях позволяет сделать вывод о неоспоримых преимуществах последних:

- Значения силы света светильников с вентиляционными отверстиями в важных угловых зонах вчетверо выше, чем у светильников без вентиляционных отверстий.

- КПД светильников с вентиляционными отверстиями в 2,8 раза выше, чем у светильников без вентиляционных отверстий. (Фактически, светильники без вентиляционных отверстий перестали выполнять свою главную функцию – заданное перераспределение светового потока ИС.)

- Отражатели светильников первой и второй групп после фотометрирования

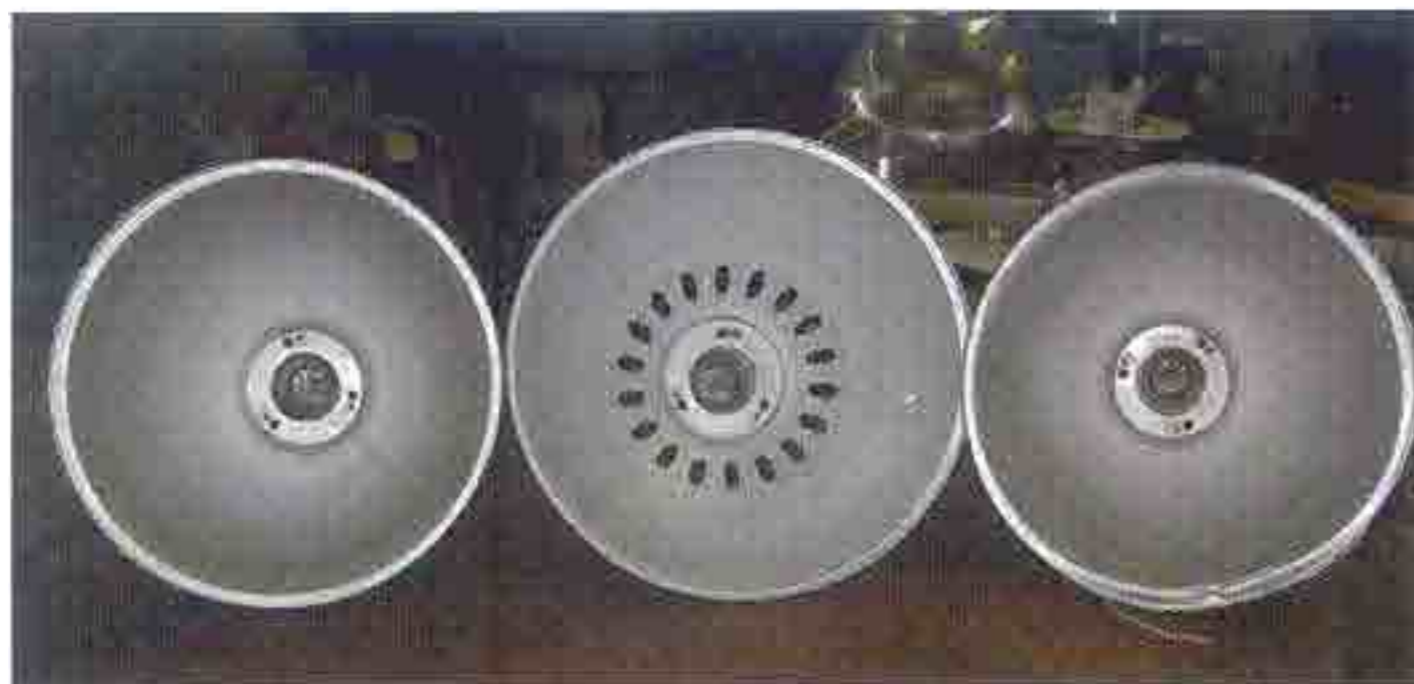


Рис. 4. Светильники с лампой ДРЛ 250 после протирки отражателя ветошью и промывки водой



Рис. 5. Светильники с лампой ДРЛ 250 после обработки щелочью и анодирования

подверглись чистке: протирке сухой ветошью, затем промывке водой и протирке ветошью. Светильники с очищенными отражателями (рис. 4) были профотометрированы вновь.

Как видно из рис. 2, КСС светильника первой группы существенно восстановилась; значения силы света в «активной» угловой зоне возросли с 58 до 374 кд, КПД увеличился с 19 до 54%, составив 74% от начального.

Как видно из рис. 3, кривая 5, значения силы света светильника второй группы (с вентиляционными отверстиями) в «активной» угловой зоне возросли с 280 до 410 кд, т.е. почти в 1,5 раза, а КПД светильника увеличился с 53 до 66%, составив 83% от начального.

Проведённые исследования показали, что даже простейший приём – чистка отражателей светильников ветошью с водой существенно улучшает светотехнические параметры ОУ. При этом параметры светильников с вентиляционными отверстиями оказываются выше аналогичных параметров светильников без вентиляционных отверстий.

Далее был произведён восстановительный ремонт оптической поверхности отражателей путём их обработки каустической содой, анодирования, промывки водой и сушки. Светильники после восстановительного ремонта (рис. 5) вновь фотометрировались.

Соответствующая КСС светильника первой группы (без вентиляционных отверстий) представлена на рис. 2, кривая 3. Значения силы света в угловой зоне $0-30^\circ$ возросли в 10–11 раз, а КПД возрос в 3,85 раза, что соответствует полному восстановлению светотехнических параметров светильников.

Соответствующая КСС светильника второй группы (с вентиляционными отверстиями) представлена на рис. 3, кривая 6. Значения силы света возросли в 2,5 раза, а КПД в 1,5 раза, что также соответствует полному восстанов-

лению светотехнических параметров светильников.

Положительное влияние эффекта «дымовой трубы», в светильниках с вентиляционными отверстиями, на стабильность светотехнических параметров нашло отражение как в отечественных так и зарубежных нормативах. Так, в СНиП 23–05–95 для инструментальных, сборочных, механических и механосборочных цехов коэффициент запаса при применении открытых сверху светильников (тип В) составляет 1,4 против 1,5 для закрытых светильников (при одновременном сокращении нормируемого количества чисток в 2 раза).

В Публикациях МКО коэффициент эксплуатации открытых сверху светильников (LMF) для промышленных (загрязнённых) помещений (помещения класса D) принимается на 9–23% меньшим, чем у закрытых сверху светильников (тип С) аналогичного применения [10].

Итак, проведённые исследования ещё раз подтвердили, какую важную роль играют идущие от практики, «простые», на первый взгляд, но очень эффективные, с точки зрения эксплуатации, конструктивно-технологические решения.

Конечно, исследования и предложенные на их основе решения не являются универсальными для всех типов СП и ОУ с ними.

За последние 15–20 лет номенклатура светотехнических изделий на отечественном рынке существенно изменилась, наряду с традиционными появилось много принципиально новых, интересных технических решений.

Считаю, что настало время подключаться к вопросам изучения надёжности и реальной оценки эксплуатационных характеристик СП специалистам проектных и эксплуатационных организаций, энергетическим службам реальных пользователей ОУ, используя для этого как прямые связи с изготовителями, так и страницы журнала «Светотехника».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айзенберг Ю.Б., Левина Л.Е. Влияние конструктивных характеристик и свойств материалов на тепловой режим светильников с лампами накаливания и ДРЛ // Светотехника. – 1965. – № 5. – С. 25–29.
2. Песторович И.И. Восстановление характеристик отражателей светильников // Светотехника. – 1970. – № 7. – С. 16.
3. Айзенберг Ю.Б., Песторович И.И., Еришова Т.И. Об исследовании эксплуатационных характеристик промышленных светильников с лампами накаливания и ДРЛ // Светотехника. – 1972. – № 3. – С. 5–8.
4. Еришова Т.И. Влияние конструкции и режима включения светильников на изменение их светотехнических характеристик в процессе эксплуатации // Светотехника. 1973. № 3. С. 25.
5. Айзенберг Ю.Б., Песторович И.И. Форсированные испытания отражающих покрытий промышленных светильников с лампами накаливания и ДРЛ // Светотехника. – 1977. – № 3. – С. 5–8.
6. Айзенберг Ю.Б., Левина Л.Е. Тепловой режим промышленных светильников с лампами накаливания и ДРЛ // Светотехника. – 1996. – № 9. – С. 1–5.
7. Айзенберг Ю.Б. Основы конструирования световых приборов: Учебное пособие для студентов. – М.: Энергоатомиздат, 1996. – 704 с.
8. Печав Б.Н., Чупряев М.С. О важности обеспечения вентиляции светильников // Светотехника. – 1973. – № 5. – С. 29.
9. Рудницкий Е.Д. К вопросу о сравнительной оценке светильников // Светотехника. – 1975. – № 4.
10. Справочная книга по светотехнике. Под ред. Ю.Б. Айзенберга. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Знак, 2006. – С. 443–444.



Бармин Виктор Васильевич,
кандидат технических наук. Окончил Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва. Технический директор ОАО

«Ардатовский светотехнический завод»