

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ СВЕТОТЕХНИЧЕСКИХ УСТАНОВОК СЕЛЬКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Степанцов В. П., канд. техн. наук, доцент, Шеремет Г. П., студент
УО "Белорусский государственный аграрный технический университет"
г. Минск. Республика Беларусь

Разработка энергосберегающих мероприятий требует экономического сравнения сопоставимых в техническом отношении вариантов решения проблемы. При этом, наблюдаемый в последнее время интенсивный рост цен на энергоносители заставляет повышенное внимание обращать на экономию электрической энергии.

В светотехнических установках стоимость электроэнергии обычно преобладает в общей сумме затрат, включая затраты на их устройство. Поэтому при анализе возможных решений их создания или модернизации предлагается экономическое обоснование ограничить сопоставлением установленной мощности и ожидаемых затрат на потребляемую электрическую энергию.

Поскольку установленная мощность светотехнической установки, как правило, пропорциональна произведению коэффициента использования светового потока ($\eta_{ОУ}$), КПД светильника ($\eta_{СВ}$), нормируемой освещенности рабочей поверхности для принятого типа источника (E), принимаемого при расчете коэффициента запаса (K_3), световой отдаче источника света ($\eta_{ИС}$) и коэффициента, учитывающее процентное отношение потерь электрической энергии в применяемых для принятого источника ПРА ($K_{ПРА}$), то относительная разность приведенных установленных мощностей (ΔP , отн. ед.) приблизительно может быть определена как:

$$\Delta P = 1 - \frac{\eta_{ОУ_2} \cdot \eta_{СВ_2} \cdot E_2 \cdot K_{3_2} \cdot \eta_{ИС_1} \cdot K_{ПРА_1}}{\eta_{ОУ_1} \cdot \eta_{СВ_1} \cdot E_1 \cdot K_{3_1} \cdot \eta_{ИС_2} \cdot K_{ПРА_2}} \quad (1)$$

Положительное значение ΔP соответствует экономии электрической энергии в варианте 1 по отношению к принятому при сравнении за базовый (варианту 2), а отрицательное – ее перерасходу.

Относительная разность приведенных установленных мощностей ΔP позволяет определить годовой потенциал экономии или перерасхода электрической энергии ΔW (кВт·час)

$$\Delta W = \Delta P \cdot W_{\text{год}_2}, \quad (2)$$

где $W_{\text{год}_2}$ – годовое потребление электрической энергии базового варианта осветительной установки, кВт·час.

Годовое потребление электрической энергии светотехнической установки определяют по формуле:

$$W_{\text{год}} = P_P \cdot T_{MO}, \quad (3)$$

где P_P – установленная мощность осветительной установки, кВт; T_{MO} – годовое число использования максимума электрической нагрузки.

Установленная мощность светотехнической установки P_P определяется с учетом потерь мощности в ПРА и коэффициента спроса нагрузки [1]:

$$P_P = K_C \cdot \sum_{i=1}^n K_{ПРАi} \cdot P_{НОМi} \quad (4)$$

где K_C – коэффициент спроса нагрузки; $K_{ПРАi}$ – коэффициент, учитывающий потери мощности в ПРА; $P_{НОМi}$ – номинальная мощность i -того источника, кВт; n – количество ламп в осветительном приборе.

Выражение (1) может быть использовано при обосновании замены светильников на светильники с большим КПД ($\eta_{\text{св}}$) или меньшими потерями электрической энергии в ПРА ($K_{\text{пра}}$), повышения КПД существующих светильников вследствие их чистки или эффективности использования электроэнергии при автоматическом управлении, мероприятий по устранению отклонений напряжения от номинального значения и др.

Относительную разность приведенных установленных мощностей при повышении КПД светильников вследствие их регулярной чистки может быть определен как [2, 3]

$$\Delta P = 1 - (g_c + b_c \cdot e^{-t/t_c}), \quad (5)$$

где: g_c , b_c , t_c – постоянные для заданных условий эксплуатации светильников [2]; t – продолжительность эксплуатации светильников между двумя ближайшими чистками.

Значение годового потенциала экономии электрической энергии ΔW (кВт·час.) позволяет ориентировочно оценить ожидаемый эффект от внедрения предлагаемого варианта светотехнической установки в сопоставлении с базовым:

1. Стоимость электрической энергии, которую предполагается сэкономить при внедрении предлагаемого варианта осветительной установки $C_{\text{ээ}}$, руб.:

$$C_{\text{ээ}} = \Delta W \cdot C_{\text{кВтч}}, \quad (6)$$

где: $C_{\text{кВтч}}$ – стоимость электрической энергии, руб./кВт час.

2. Капитальные затраты K на изготовление осветительной установки. При этом, при незначительной модернизации осветительной установки в расчет могут быть приняты только ее заменяемые элементы, например, светильники, лампы, ПРА или иные.

3. Срок окупаемости $T_{\text{ок}}$ (лет) предлагаемых мероприятий [4]

$$T_{\text{ок}} = K/C_{\text{ээ}}. \quad (7)$$

Проведенные экономические сопоставления вариантов модернизации существующих светотехнических установок показали, что:

1. При замене в осветительной установке бытового помещения (жилая комната) ламп накаливания БК215-225-75 на энергоэкономичную одноцокольную компактную люминесцентную лампу ТЗСПС20 фирмы "Космос" относительная разность приведенных установленных мощностей $\Delta P = 0,55$. Тогда: годовое потребление электрической энергии (3) $W_{\text{год}} = 100$ кВт·час, годовой потенциал экономии электрической энергии (2) $\Delta W = 55$ кВт·час; стоимость сэкономленной электрической энергии $C_{\text{ээ}} = 11000$ руб.; капитальные затраты на модернизацию осветительной установки (ограниченные стоимостью источников с учетом их номинальных сроков службы) $K = 9000$ руб.; срок окупаемости вложений $T_{\text{ок}} \approx 0,82$ года.

Сопоставление показало, что рассматриваемое мероприятие позволяет экономить до 50...60 % потребляемой электрической энергии при относительно небольшом сроке окупаемости (менее года).

В тоже время представляет интерес определения влияния наблюдаемых в последнее время в республике и мире тенденций – снижения стоимости компактных люминесцентных ламп и повышения отпускной цены на электрическую энергию, на срок окупаемости вложений на модернизацию осветительных установок. При подобном анализе принято снижение стоимости компактных люминесцентных ламп с 17000 бел. руб. на 5 % в год, увеличение стоимости ламп накаливания с 1000 бел. руб. на 5 % в год и отпускной цены на электрическую энергию с 200 до 300 руб·(кВт час)⁻¹. Расчетные значения сроков окупаемости вложений для приведенных условий представлены на рис.1.

Приведенная информация позволяет утверждать, что при замене ламп накаливания в осветительных установках жилых, административно-бытовых и культурно-развлекательных помещений с экономической точки зрения себя оправдывает (срок окупаемости дополнительных капитальных вложений от 0,25 до 0,85 года) даже при увеличении стоимости электрической энергии, отпускаемой потребителям. Важным доводом подобной замены является возможность существенной экономии электрической энергии.

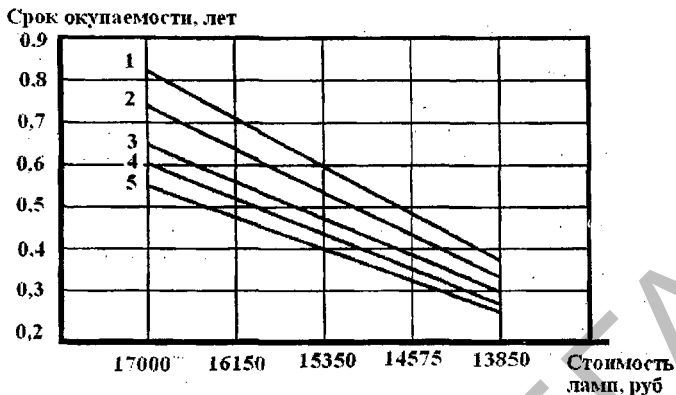


Рис. 1. Изменение срока окупаемости вложений при замене ламп накаливания на одноцокольные компактные люминесцентные лампы в зависимости от стоимости люминесцентной лампы: 1 – при отпускной цене за электрическую энергию 200; 2 – 225; 3 – 250; 4 – 275 и 5 – 300 руб/кВт⁻¹.

2. При замене в осветительной установке уличного освещения электромагнитного ПРА (ЭМПРА) на электронные ПРА (ЭПРА) и среднегодового времени работы 3600 час относительная разность приведенных установленных мощностей $\Delta P = 0,117$. Тогда: годовое потребление электрической энергии $W_{\text{год}} = 1728$ кВт час, годовой потенциал экономии электрической энергии $\Delta W = 202$ кВт; стоимость сэкономленной электрической энергии $S_{\text{ээ}} = 60600$ руб; капитальные затраты на модернизацию осветительной установки (стоимостью ЭПРА) $K = 15000$ руб; срок окупаемости вложений $T_{\text{ок}} \approx 0,25$ года. При этом замена ЭМПРА на ЭПРА в осветительной установке уличного освещения позволяет сэкономить до 10...15 % потребляемой электрической энергии.

Предложенная методика приближенного расчета при экономическом обосновании вложений инвестиций в реконструкцию осветительных установок позволяет получать результаты с точностью до ± 20 % и делать на их основании достоверные выводы о целесообразности вложений в мероприятия по энергосбережению. Результаты работы рекомендуются для практического применения при определении составляющих затрат на реконструкцию и эксплуатацию светотехнических установок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козловская В.Б. Электрическое освещение: справочник / В.Б. Козловская, В.Н. Радкевич, В.Н. Сацукевич. – 2-е изд. – Минск: Техноперспектива, 2008. – 271 с.: ил.
2. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю.Б. Айзенберга. – Москва: Энергоатомиздат, 1995. – 528 с.: ил.
3. Кунге Я.А. Автоматизация управления электрическим освещением. – Москва: Энергоатомиздат, 1989. – 112 с.
4. Методические рекомендации по составлению технико-экономических обоснований для энергосберегающих мероприятий. – Минск: УП «Белэнергосбережение», 2003. – 60 с.