

## Методика розрахунку енергоефективності джерел світла

*Тарасенко М.Г., к.т.н., доц.*

*Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя  
м. Тернопіль, вул. Микулинецька, 46, тел. 0969431916*

**Постановка проблеми в загальному вигляді.** Донедавна оцінка енерго-ефективності джерел світла (ДС) проводилася за величинами світлової віддачі та середньої тривалості світіння (СТС). Чим більше були ці величини, тим енерго-ефективніше вважалося ДС. В теперішній час, коли в продажі з'явилися світлодіодні ДС, потужність яких не перевищує 15 Вт, а ціна становить декілька сотень гривень, потрібні нові підходи щодо оцінки доцільності їх впровадження замість традиційних ДС для внутрішнього і зовнішнього освітлення.

**Аналіз літературних джерел та публікацій** показав, що універсальної достовірної методики оцінки енергоефективності ДС не існує. Саме **тому метою даної роботи** і стало розроблення такої методики розрахунку енергоефективності ДС, яка б вже на етапі проектуванні освітлювальних установок дозволяла реально оцінити доцільність їх застосування.

**Результати досліджень.** Світлова віддача, як світлотехнічний параметр, характеризує максимальні можливості ДС, без врахування спаду світлового потоку в процесі експлуатації, втрат потужності в пускорегулювальній апаратурі (ПРА), впливу різних факторів на задекларовану в нормативно технічній документації СТС тощо. Тому для визначення реальної енергоефективності ДС пропонуємо спиратися на вартості одиниці світлової енергії, яка враховує:

– *кількість світлової енергії*, яку може генерувати ДС за поТну СТС з врахуванням закону спаду світлового потоку в процесі експлуатації в умовах, які не відхиляються від номінальних, оговорених в нормативно технічній документації;

– *вартість* ДС та мінімально необхідної для нього ПРА;

– *вартість електроенергії* спожитої ДС за повну СТС з врахуванням втрат потужності в ПРА та інших можливих втрат, наприклад на електродах ЛЛ;

– *вплив частоти* ввімкнень на СТС ДС;

– *вплив коефіцієнта амплітуди струму* лампи на світловий потік та СТС;

– *вплив режиму запалювання розряду в лампі*, тобто режиму попередньої температурної підготовки електродів ДС, на СТС;

– *вплив температури оточуючого середовища* на величину світлового потоку джерела світла;

– витрати пов'язані з необхідністю *демеркуризації ДС*, в склад яких входять шкідливі речовини (ртуть);

– *вплив відхилень напруги мережі від номінальних значень* на експлуатаційні, електричні та світлотехнічні характеристики ДС;

– вплив типу баластного струмообмежувального опору (індуктивного, індуктивно-ємнісного, напівпровідникового) на СТС ДС;

– електромагнітну сумісність ДС з мережею живлення. Це обумовлено тим, що електромагнітно несумісні ДС (до яких в теперішній час відносяться більшість компактних люмінесцентних ламп з електронними ПРА) приводять до виникнення помітних додаткових втрат в електромережах, до яких споживач байдужий.

На етапі вибору ДС їх енергоефективність можна оцінювати припустивши, що СТС світловий потік величини сталі і дорівнюють номінальним значенням. Якщо вартості одиниць світлової енергії порівнюваних ДС виявляться близькими за значенням, тоді потрібно провести повторний розрахунок з врахуванням впливу основних збурюючих факторів на величини світлового потоку і СТС в процесі експлуатації.

Кількість світлової енергії ( $Q$ ), яку генерує ДС за номінальну СТС ( $\tau_n$ ) будемо визначати за формулою:

$$Q = \Phi_n \cdot \tau_n, \quad \text{Млм} \cdot \text{год.} \quad (1)$$

де  $\Phi_n, \tau_n$  – номінальні значення світлового потоку СТС ЛЛ згідно нормативно-технічної документації.

Витрати пов'язані з оплатою спожитої комплектом ДС+ПРА електроенергії будемо визначати за наступною формулою:

$$C_{\text{ЕЛ.}} = (P_{\text{ДС}} + \Delta P_{\text{ПРА}}) \cdot \tau_n \cdot q, \quad \text{грн.}, \quad (2)$$

де  $D_{\text{АН}}$  – номінальна потужність ДС, кВт;

$\Delta D_{\text{ІДА}}$  – втрати потужності в ПРА, кВт ;

$q$  – тариф на електроенергію, грн./ (кВт · год.).

Після визначення вартості спожитої комплектом ДС+ПРА електроенергії та кількості генерованої світлової енергії можна визначити вартість одиниці світлової енергії:

$$V_{\text{АН}} = (C_{\text{АН}} + C_{\text{АЕ}} + C_{\text{ІДА}}) / Q, \quad \text{грн.}/(\text{Млм} \cdot \text{год.}) \quad (3)$$

$$C_{\text{ПРА}} = [C_{\text{ІЗУ}} \cdot (\tau_{\text{н.ДС}} / \tau_{\text{ІЗУ}}) + C_{\text{ПРА}} \cdot (\tau_{\text{н.ДС}} / \tau_{\text{ПРА}})], \quad \text{грн.} \quad (4)$$

де  $\tilde{N}_{\text{АН}}, C_{\text{ЕЦО}}, \tilde{N}_{\text{ІДА}}$  – вартість ДС, імпульсного запалюючого пристрою (стартера тліючого розряду або напівпровідникового стартера, якщо використовується електромагнітний ПРА) та ПРА (баластного дроселя, якщо використовується електромагнітний ПРА, або вцілому електронного ПРА), грн.

$\tau_{н.ДС}, \tau_{ИЗУ}, \tau_{ПРА}$  – номінальна СТС ДС, імпульсного запалюючого пристрою та ПРА для нього.

### **Висновки.**

Результати розрахунків вартості одиниці світлової енергії для найуживаніших і перспективних джерел світла за запропонованою методикою показали:

1. Найнижче значення вартості одиниці світлової енергії притаманне натрієвим лампам високого тиску. При цьому характерно, що експлуатація ламп SON-T PIA PLUS з електронним ПРА вигідніша ніж з електромагнітним.

2. Енергоефективність прямолінійних ЛЛ виявилася вищою ніж безелектродних і компактних, теплових і світлодіодних джерел світла.

3. Енергоефективність світлодіодних ламп поки що нижча ніж теплових ДС (ЛР) і тільки при умові високих значень світлової віддачі ( $\geq 100$  лм/Вт) і СТС ( $\geq 50$  тис. год.) їх енергоефективність стає співрозмірною з енергоефективність теплових ДС. Але якщо врахувати можливий спад світлового потоку в процесі експлуатації і реальну СТС світлодіодних ламп, яка не перевищує 23 – 25 тис. год., то ця перевага скоріше теоретична, ніж практична.