

Лабораторна робота № 8

Загальні теоретичні відомості

За сучасними уявленнями світло - це форма існування матерії у вигляді електромагнітного поля, послідовно-повторна зміна електричного і магнітного стану оточуючого простору.

Послідовно-повторна зміна електричного і магнітного стану була названа електромагнітними коливаннями. Тому, світло - це визначена ділянка електромагнітних коливань, або рухомий стан електромагнітного поля, яке розповсюджується в просторі з дуже великою швидкістю. Ця швидкість C [м/с] вперше визначена експериментально для світлових явищ і отримала назву швидкості світла:

$$C = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с.} \quad (8.1)$$

Електромагнітні коливання можна охарактеризувати частотою коливань ν і довжиною хвилі λ . Зважаючи на те, що ці величини взаємопов'язані формулою:

$$\lambda = C / \nu \quad (8.2)$$

цілком достатньо електромагнітні коливання охарактеризувати одним показником, наприклад, довжиною хвилі.

В науково-технічній літературі світло характеризується довжиною хвилі, вираженій в нанометрах [нм], причому $1 \text{ м} = 10^9 \text{ нм}$. До світла віднесені електромагнітні коливання з довжиною хвиль від 380 до 760 нм.

Електромагнітні коливання є носіями енергії, розділеної на дуже невеликі порції - кванти. Для світла порції енергії отримали назву - фотони. Енергія одного кванта електромагнітних випромінювань залежить від довжини хвилі або частоти:

$$\varepsilon = (h \cdot \nu) / \lambda \quad (8.3)$$

де ε - енергія кванта (фотона) випромінювань, Дж;

λ - довжина хвилі випромінювань, м;

h - постійна Планка, $h = 6.62 \cdot 10^{-34}$ Дж·с;

C - швидкість світла, м/с.

Електромагнітні коливання, названі світлом, відіграють дуже важливу роль у біології і сільському господарстві: забезпечують умови бачення для людей, тварин і комах, є енергетичною основою процесу фотосинтезу рослин, процесу, в якому відбувається перехід від неорганічних хімічних сполук до органічних. Під дією світла інтенсивніше відбувається процес обміну речовин у живих організмах, стимулюються функції ендокринних

залоз, підвищується стійкість організмів до захворювань, зростає продуктивність тварин, покращується відтворювальна здатність маточного поголів'я, збільшується вихід молодняка тварин і птиці при їх розведенні і вирощуванні. Все це зумовило широке використання штучного світла в сільськогосподарському виробництві.

Для кількісного визначення фізичних явищ необхідно оперувати одиницями вимірювань. Відносно явищ, пов'язаних зі світлом та умовами сприйняття світла органами зору людини, ці одиниці виявились суб'єктивними, в їх основу покладено дію світла на органи зору людини. Основною світлотехнічною одиницею є сила світла джерела. Така одиниця одержала назву кандела, що в перекладі з латинської мови означає "свічка". Скорочено позначається [cd] в міжнародній системі одиниць і [кд] на російській та українській мовах.

За міжнародним стандартом одиниці сили світла дається таке визначення: це $1 / 60$ тієї сили світла, яке випромінює поверхня абсолютно чорного тіла площею в 1 см^2 при температурі плавлення платини ($T = 2042 \text{ K}$). Існують еталони цієї світлотехнічної одиниці, однак фізичну суть її можна уявити, ознайомившись з похідними світлотехнічними одиницями - одиницями світлового потоку і освітленості.

Одиницею світлового потоку є люмен [лм]. Одному люмену можна дати таке визначення: якщо точкове джерело світла має силу світла одна кандела, випромінює світло рівномірно у всіх напрямках, то кількість світла, обмеженого об'ємним кутом в один стерadian [ср], дорівнює одному люмену. Це можна виразити співвідношенням:

$$I = F / \omega \quad (8.4)$$

де: I - сила світла джерела, кд;
 F - світловий потік, лм;
 ω - об'ємний кут, ср.

Зважаючи, що точку простору оточує об'ємний кут $\omega = 4\pi$ ср, зв'язок між світловим потоком і силою світла джерела можна виразити:

$$F = 4\pi \cdot I \quad (8.5)$$

Цю рівність можна сформулювати таким чином: світловий потік джерела світла, що вимірюється в люменах, у 4π раз (≈ 12.56) перевищує силу світла цього джерела, виражену в канделах.

Освітленість - це відношення світлового потоку до площі освітлюваної поверхні. Одиницею освітленості прийнято один люкс [лк] - найбільша освітленість, яку може забезпечити світловий потік в 1 лм при рівномірному розподілі світла на поверхні площею 1 м^2 . Якщо позначити освітленість буквою E , світловий потік - F , а площу освітлюваної поверхні - S , то можна записати таке співвідношення:

$$E = F / S. \quad (8.6)$$

На практиці найбільш важливою величиною, яка зумовлює виконання робіт при штучному освітленні, є освітленість робочих приміщень. Дія визначення мінімального рівня освітленості, при якій людина не відчуває втоми, а її органи зору функціонують нормально, були проведені медичні дослідження для різноманітних робіт. Результати досліджень систематизовані у документі під назвою "Норми штучного освітлення виробничих приміщень в сільському господарстві", виданого в 1990 р. Рівень освітленості, що нормується для виробничого приміщення позначається E_H і вимірюється в люксах [лк]. Метою розрахунку є визначення кількості та взаємного розміщення штучних джерел світла - електричних ламп.

Освітлювальні установки забезпечують нормальні умови освітлення у виробничих, адміністративних приміщеннях і жилих будинках, сприяють належному виконанню технологічних операцій та поліпшують побут сільського населення.

Серед вимог до освітлювальних установок основними є такі:

- забезпечення нормованого рівня освітленості при відсутності осліплюючої дії;
- наявність захисту джерела світла від механічних пошкоджень та впливу навколишнього середовища;
- досконалість конструкції щодо обслуговування та ремонту, заміни ламп;
- автоматизація роботи.

Електричні джерела світла.

Пристрої, які перетворюють електричну енергію в світло, одержали назву - *електричні лампи*. За принципом дії електричні лампи поділяються на види - *розжарювання і газорозрядні лампи, світлодіодні лампи*. В електричних лампах розжарювання світло випромінює нитка розжарювання, яка нагрівається до високої температури (2500...3000К) в результаті теплової дії електричного струму, що протікає по ній. Щоб нитка розжарювання витримала високу температуру, її виготовляють з найбільш тугоплавкого металу - вольфраму, а для захисту металу від хімічних реакцій окислення нитку розміщують у скляній колбі, з якої або зовсім видалено повітря і створено вакуум (вакуумні лампи розжарювання), або атмосферне повітря заміщено сумішшю інертних газів - аргону і азоту чи криптону із ксеноном. Останні одержали назву газонаповнених.

За конструкцією нитки розжарювання лампи бувають моно спіральні (нитка виконана з дроту, який скручено в спіраль) або біспіральними (із дротяної спіралі, яку скручено у більшу спіраль).

Перевагами ламп розжарювання є простота конструкції, простота схеми вмикання в електричне коло і невисока вартість. Строк дії цих ламп приблизно дорівнює 1000 год.

У газорозрядних лампах світло виникає при переході атомів газу із збудженого в не збуджений стан. Збудження атомів газу відбувається за рахунок протікання електричного струму через газ-наповнювач.

Найбільш поширеними газорозрядними лампами є *люмінесцентні лампи низького тиску*. Ці лампи містять скляну трубку, на внутрішню поверхню якої нанесено спеціальну речовину, здатну світитися - люмінофор. Простір скляної трубки заповнено інертним газом аргоном, в який додають невелику дозу ртуті. В нормальних умовах тиск газу в трубці ртутно-люмінесцентної лампи низький і не перевищує 1 мм ртутного стовпчика. На кінцях трубки розміщені електроди, що нагадують за будовою нитки розжарювання. Коли відбувається електричний розряд в газі, що наповнює трубку, іншими словами, коли електричний струм проходить через газ від одного електрода до протилежного, відбувається збудження атомів газу аргону і пари ртуті. Перехід від збудженого у не збуджений стан атомів газу супроводжується виділенням окремих квантів електромагнітних випромінювань. Атоми аргону випромінюють світло-голубий колір, а атоми ртуті - невидимі ультрафіолетові промені, які, попадаючи на люмінофор, перетворюються у видиме випромінювання - світло. Поверхня трубки люмінесцентної лампи випромінює світло, *спектр якого залежить від хімічного складу люмінофору*. Добирають люмінофор таким чином, щоб світло лампи нагадувало денне, тому такі лампи одержали ще одну назву - лампи денного світла.

Перевагами газорозрядних ламп є відносна їх довговічність (строк дії приблизно 10000 год.) і можливість одержання бажаних кольорових характеристик випромінюваного світла. Недоліками є - складність виготовлення і вмикання в електричну мережу, висока вартість. У схемі вмикання таких ламп повинні бути пускорегулювальні апарати - стартер і дросель. *Стартер* замикає на деякий час (1...5 с) коло струму через електроди лампи. При цьому електроди нагріваються до температури 800...900 °С, підготовлюючи лампу до засвічування. Далі контакти стартера розмикаються і коло струму теж розмикається. На цьому закінчуються функції стартера, при свіченні (загорянні) лампи він вже не потрібен.

Дросель під час розмикання контактів стартера створює імпульс підвищеної напруги (приблизно 1000 В) за рахунок ЕРС самоіндукції. Цей імпульс зумовлює електричне "пробивання" розрідженого газу і лампа засвічується. Але на відміну від стартера на цьому функції дроселя не закінчуються. При іонізації газу в лампі його опір зменшується із збільшенням сили струму. Тому, дросель відіграє роль обмежувача струму в робочому режимі лампи, коли електричний опір газу незначний.

Досконалість конструкції штучник електричних джерел світла можна характеризувати відношенням кількості світла до кількості спожитої електричної енергії. На практиці таким показником є світлова віддача - відношення світлового потоку, що випромінює лампа, до електричної потужності, яку вона споживає:

$$a = F / P, \quad (8.7)$$

де: a - світлова віддача, лм/Вт;
 F - світловий потік лампи, лм;
 P - електрична потужність, Вт,

Чим більша за значенням світлова віддача, тим технічно досконаліше джерело світла. Світлова віддача електричних ламп розжарювання складає в середньому 13 лм/Вт. Різні удосконалення конструкції дозволили збільшити показник до 22 лм/Вт. Світлова віддача ртутно-люмінесцентних ламп низького тиску значно більша і складає 60...65 лм/Вт. Найбільшу світлову віддачу мають натрієві лампи - газорозрядні лампи, випромінюючим тілом в яких є газоподібна пара металу натрію. Світлова віддача натрієвих ламп досягає 130 лм/Вт, тому в перспективі можливе використання таких ламп для освітлення виробничих приміщень.

З поняттям світлової віддачі пов'язане поняття світлового коефіцієнта корисної дії (ККД) електричних ламп різних типів. Беручи до уваги те, що органи зору людини найчутливіші до випромінювань з довжиною хвилі $\lambda = 555 \text{ нм}$, а потужність в 1 Вт такого випромінювання сприймається як світловий потік в 683 лм, світловий ККД джерела світла:

$$\eta = \frac{\alpha}{683} \text{ або } \eta = (100 \cdot \alpha / 683)\% \quad (8.8)$$

Економія електричної енергії при штучному освітленні виробничих приміщень може бути досягнута за рахунок застосування ламп з більш високою світловою віддачею (рис. 8.1).

В освітлювальних установках у сільському господарстві знаходять застосування такі джерела світла:

1) лампи розжарювання: типу В (вакуумні) потужністю 15; 25 Вт; типу Г (газонаповнені) та Б (біспіральні) потужністю 40; 60; 100; 150; 300; 500 Вт, типу НБК (криптонові біспіральні) потужністю 75; 100 Вт – строк служби до 1000 год. (рис. 8.3, рис. 8.5);

2) люмінесцентні лампи типів ЛБ, ЛТБ, ЛХБ, ЛД, ЛДЦ потужністю 15; 20; 40; 65; 80 Вт – строк служби у межах 10000 годин; останнім часом налагоджений випуск енергоекономічних ламп типів ЛБ, ЛДЦ, ЛЕЦ потужністю 18; 36; 58 Вт (рис. 8.4);

3) дугові ртутні люмінесцентні лампи типу ДРЛ потужністю 50; 80; 125; 250; 400; 700; 1000 Вт – строк служби до 12000 год. (рис. 8.2);

4) лампи з йодидами металів у кварцовій горілці типу ДРИ потужністю 125; 175; 250; 400; 700; 1000; 2000 Вт – строк служби 3000...6000 год.;

5) дугові натрієві лампи типу ДНаТ потужністю 70; 100; 150; 250; 400; 700 Вт строк служби – 6000...10000 год. (рис. 8.2);

б) дугові ртутно – вольфрамові лампи типу ДРВЛ – 750; від лампи ДРЛ відрізняються наявністю безпосередньо у колбі вбудованого баластного пристрою у вигляді вольфрамової спіралі, увімкненої послідовно з газорозрядним проміжком;

7) дугові ксенонові трубчасті лампи типу ДКсТ потужністю 5000; 6000; 10000; 20000 Вт з водяним та повітряним охолодженням, строк служби – 500...1300 год.

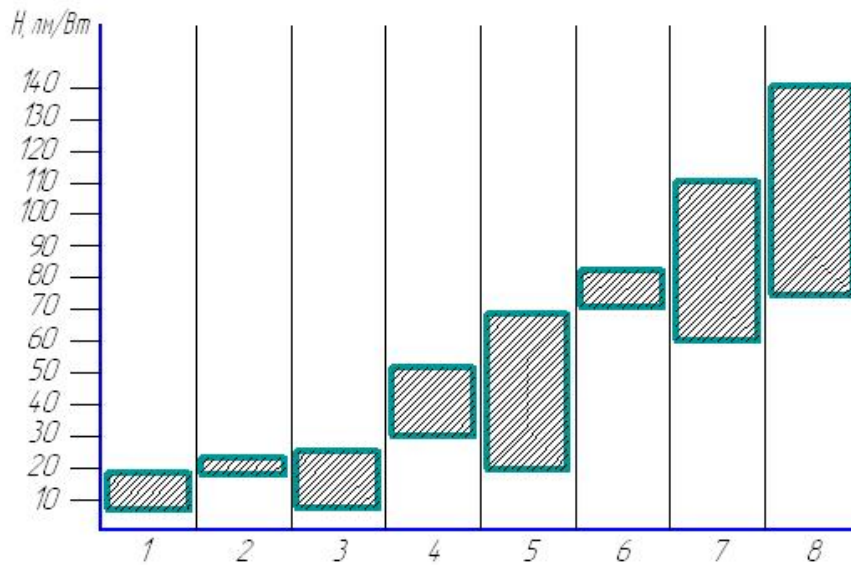


Рисунок 8.1 – Рівні світловіддачі джерел світла:

- 1 – лампа розжарювання з вольфрамовою ниткою;
- 2 – галогенні лампи розжарення з вольфрамовою ниткою;
- 3 – комбіновані ртутні лампи високого тиску з вольфрамовою ниткою;
- 4 – ртутні лампи високого тиску;
- 5 – газорозрядні лампи низького тиску (люмінесцентні лампи);
- 6 – метало галогенні лампи;
- 7 – натрієві лампи високого тиску;
- 8 – натрієві лампи низького тиску SOX-E.

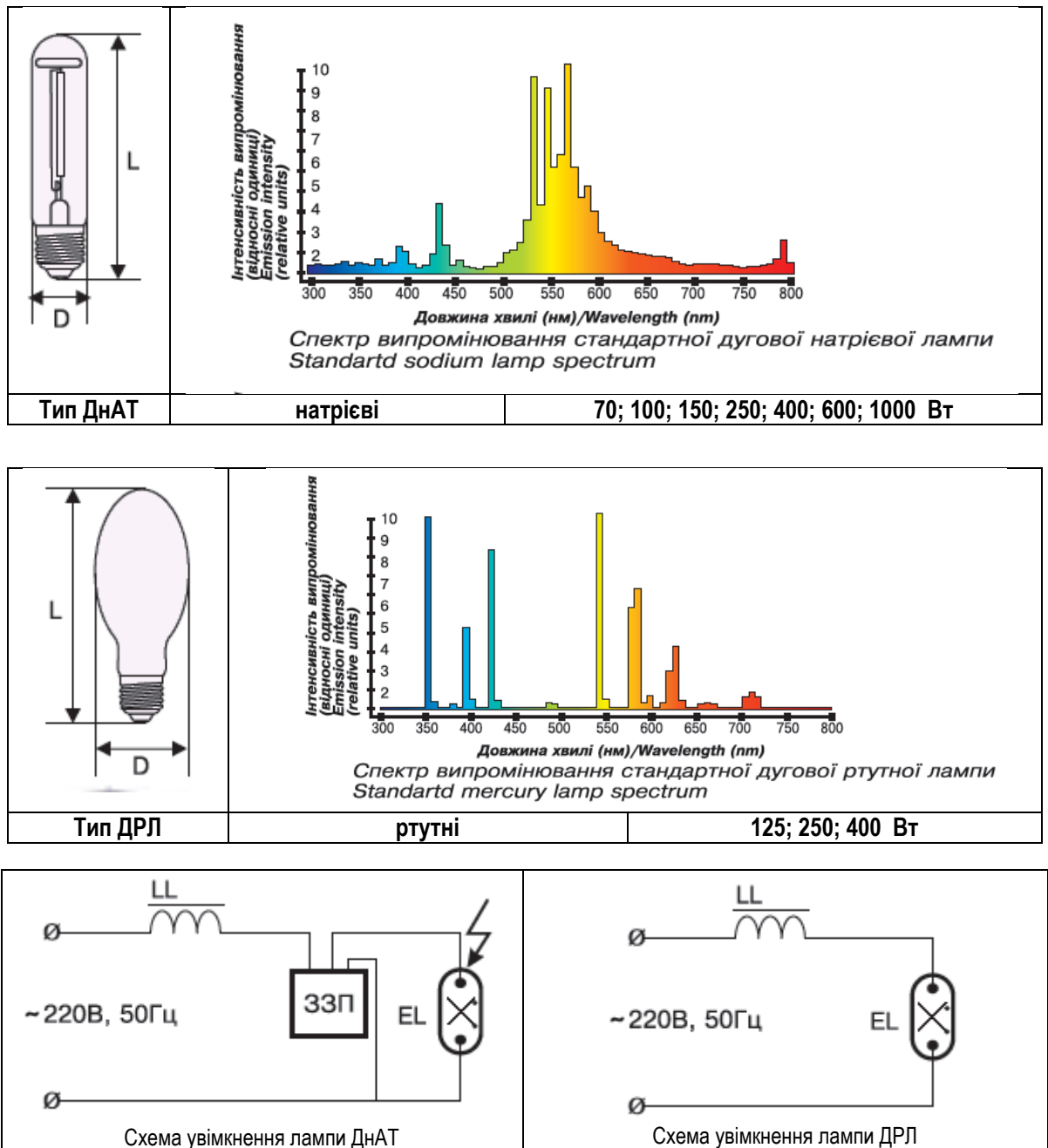


Рисунок 8.2 – Газорозрядні лампи високого тиску (ВАТ "Іскра")

Штучне освітлення і електричні джерела світла

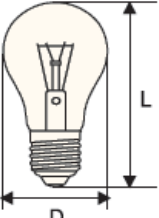
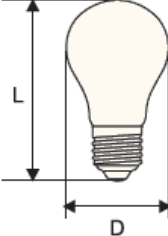
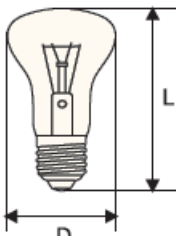
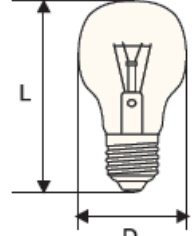
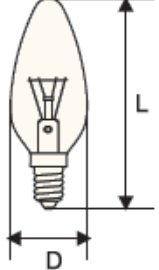
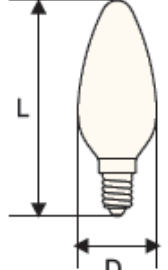
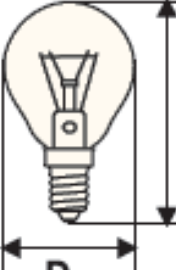
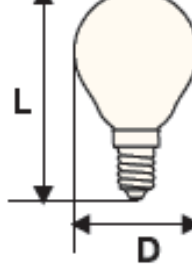
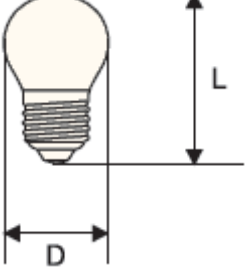


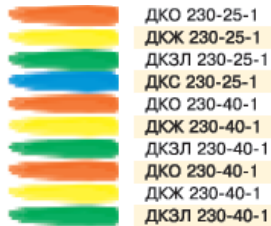
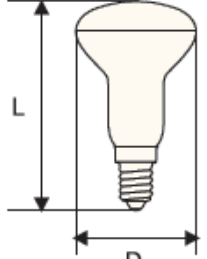
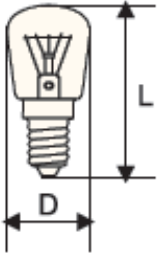
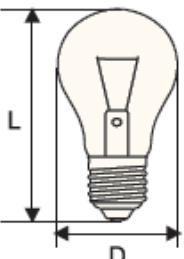
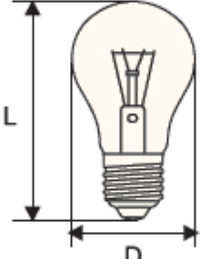
 Тип Б	 Тип БМТ	 Тип Б; тип БМТ	 Тип Б; тип БМТ
прозорі	матовані	грибоподібної форми прозорі; матовані	циліндричної форми прозорі; матовані
25; 40; 60; 75; 100; 150; 200; 300 Вт	25; 40; 60; 75; 100; 150; 200 Вт	60; 75; 100 Вт	25; 40; 60; 75; 100 Вт
 Тип ДС	 Тип ДСМТ	 Тип Б	 Тип БМТ
декоративні свічкоподібної форми		декоративні кулеподібної форми	
прозорі	матовані	прозорі	матовані
25; 40; 60 Вт	25; 40; 60 Вт	15; 25; 40; 60 Вт	15; 25; 40; 60 Вт
 D			
декоративні кольорові			
 Тип ДЗК	 Тип РП	 Тип МО	 Тип Б
рефлекторні матовані	для холодильників, швейних машин та ін.	місцевого освітлення	з підвищеним терміном свічення 5000 годин
25; 40; 60; 75; 100 Вт	15; 25 Вт	40; 60; 100 Вт	

Рисунок 8.3 – Лампи розжарювання (ВАТ "Іскра")

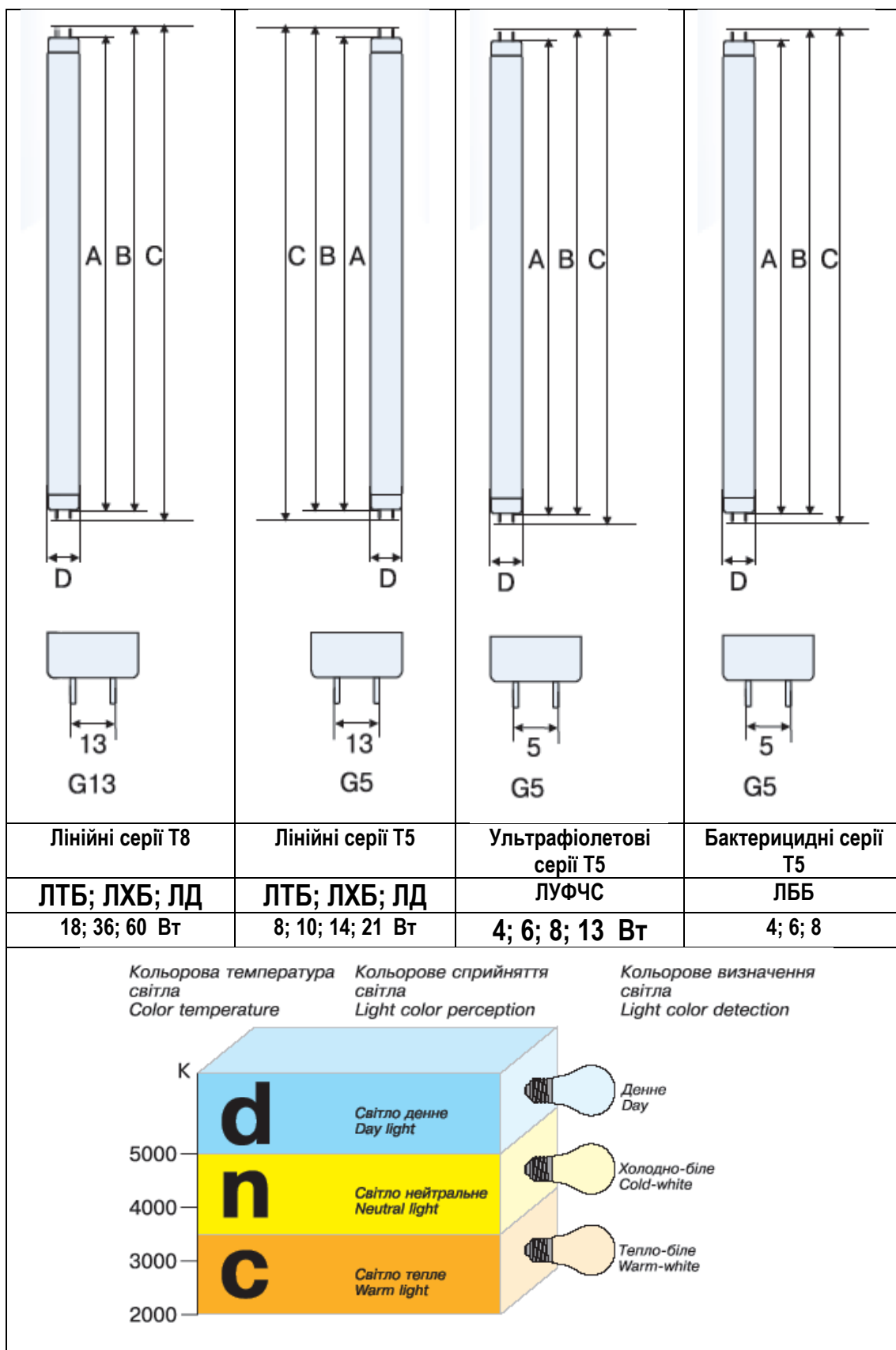


Рисунок 8.4 – Лінійні люмінесцентні лампи (ВАТ "Вольт")

Штучне освітлення і електричні джерела світла



Галогенні лампи з інтерференційним покриттям
фацетного рефлектора типу КПФ
12 В;
20; 30; 50 Вт



Галогенні лампи з алюмінізованим покриттям
фацетного рефлектора типу КПФ
12 В;
20; 30; 50 Вт



Кварцево-галогенні малогабаритні лампи типу
КГМ
6 В;
10; 15; 20 Вт

12 В;
20; 30; 50; 150 Вт



Лінійно-галогенні лампи з ультрафіолетовим
захистом
і прозорою колбою типу J
220 – 240 В;
70; 100; 150; 200; 300; 500 Вт

Рисунок 8.5 – Галогенні лампи

Останнім часом набули поширення *енергоощадні компактні люмінесцентні цокольні лампи* (рис. 8.6) потужністю 5, 7, 9; 11, 13; 15; 20; 24Вт (рис. 8.7), застосування таких ламп замість ламп розжарювання потужністю відповідно 25, 35, 45; 55; 65; 100;150 Вт дозволяє економити до (75 – 80) % споживаної енергії, при цьому їх строк служби становить до 10000 год.

Енергоощадні лампи дають рівномірне м'яке світло. Особливістю енергоощадних ламп є їх різна колірна температура, яка визначає колір лампи: 2700 К – теплий білий колір (найбільш близький до світла, що випромінюється традиційною лампою розжарювання), 4200 К – денне світло, 6400 К – холодне біле світло. Ця особливість дозволяє підібрати лампу певної колірної температури відповідно до колірної гамми інтер'єру. Низька температура нагрівання енергоощадних ламп дозволяє використовувати їх в світильниках з обмеженням рівня температури. А за наявності вбудованого пускорегулювального апарату (ПРА) енергоощадні лампи безпосередньо вкручуються в патрон для звичайної лампи розжарювання.

До недоліків ламп розжарювання крім недовгого терміну служби можна також віднести несприятливий спектральний склад, що спотворює передавання кольорів. В той же час невисока ціна і велика кількість варіантів виконання колб, від найменших для кишенькового ліхтарика і ялинкової гірлянди до великих різноколірних прожекторних, привертають покупців з року в рік.

Галогенні лампи (рис. 8.5) являють собою вдосконалений, завдяки деяким технологічним нововведенням (додавання галогенідів в колбу лампи, використання особливих сортів кварцового скла), варіант ламп розжарювання.

Перевагами галогенних ламп перед звичайними лампами розжарювання є: незмінно яскраве світло протягом всього терміну служби, красиве «соковите» світло, що забезпечує прекрасне перенесення кольорів і можливість створення привабливих світлових ефектів, компактність, вища світлова віддача (при однаковій потужності з лампами розжарювання), а отже, і підвищена економічність, збільшений термін служби (у два рази більший, ніж у стандартних ламп розжарювання). До речі, у декілька разів підвищити термін експлуатації і тих і інших ламп можна, використовуючи знижену напругу живлення в мережі. Основний недолік галогенних ламп – нагрівання в процесі горіння. Саме із-за цього їх не рекомендують використовувати в дитячих кімнатах, для підсвічування картин та інших цінних робіт з розписом.

Люмінесцентні лампи, або газорозрядні лампи низького тиску, є циліндричною трубкою з електродами, в яку закачані пари ртуті. Під дією електричного розряду пара ртуті випромінює ультрафіолетові промені, а вони, у свою чергу, змушують нанесений на стінки трубки люмінофор випромінювати видиме світло.

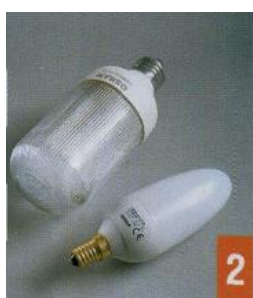
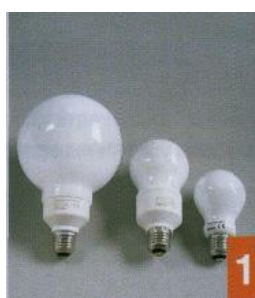
Люмінесцентні лампи мають відмінні кольоропередачу і світловіддачу. Два варіанти виконання ламп – з трьох- і п'ятисмуговим люмінофором мають різне співвідношення цих показників. Лампи з трьохсмуговим люмінофором економічніші (світловіддача до 100 Лм/Вт), але гірше передають кольори ($R_a=80$). Лампи з п'ятисмуговим люмінофором мають відмінне передавання кольорів при меншій світловій віддачі (до 88 Лм/Вт). Втім, як і лампи розжарювання, люмінесцентні лампи часто незадовільно передають деякі кольори.



Рисунок 8.6 – Загальний вигляд компактної енергоощадної люмінесцентної лампи: 1, 2 – цоколь з гвинтовою різьбою (E14;E27); 3 – вбудований пускорегулювальний апарат; 4 – цокольний ковпачок; 5 – люмінесцентна світна трубка.



Лампа із вбудованим фотовимикачем



Варіанти форми колби лампи:

- 1 – класична форма колби; 2 – циліндрична лампа і лампа-свічка;
3 – рефлекторна лампа; 4 – лампа в формі кільця (28 Вт)

Рисунок 8.7 – Компактні люмінесцентні лампи.

Люмінесцентні лампи забезпечують рівномірне м'яке світло на всій площі випромінювання, проте із-за великої площі випромінювання розподілом світла в просторі управляти досить важко. Втім, звичайну

люмінесцентну лампу можна замінити компактною, в якій трубка закручена в спіраль. До речі, компактні люмінесцентні лампи часто використовують для заміни ламп розжарювання.

Всі люмінесцентні лампи відрізняються невеликим споживанням енергії і дуже тривалим терміном служби. Наприклад, люмінесцентні лінійні лампи працюють у 8...20 разів довше за звичайні лампи розжарювання і залежно від типу і яскравості споживають на 85% менше електроенергії. Ці властивості люмінесцентних ламп (довговічність і економічність) визначають їх повсюдне використання в офісних приміщеннях.

Крім того, різні відтінки світла (від подібного до ламп розжарювання до денного) і кольору люмінесцентних ламп дають додаткові переваги їх застосування, не говорячи вже про різноманітність їх типів (за потужністю і розмірами, конструкцією і формою: прямі, кільце - і U-подібні). Серед недоліків – відносна громіздкість, необхідність в спеціальному пускорегулювальному пристрої (стартері і дроселі), чутливість до температури навколишнього повітря (при температурі нижче +10°C лампа може не запалитися), наявність стробоскопічного ефекту, який викликається частими, не уловимими для зору миготіннями люмінесцентної лампи в такт коливанням змінного струму в електричному колі. В результаті у людини порушується правильне сприйняття швидкості руху предметів, з'являються неприємні відчуття. Крім того, при неправильному включенні (без захисних конденсаторів в пускорегулювальному пристрої) люмінесцентні лампи стають джерелами перешкод для радіоприймачів і телевізорів.

Світлодіоди (також часто використовується англійська аббревіатура LED – light emitting diodes) є на сьогодні найперспективнішими джерелами світла. Спочатку вони використовувалися в електроніці, потім – в світлосигнальній техніці (світлофорах, дорожніх знаках, вивісках і покажчиках). Пізніше ця технологія знайшла своє застосування і в декоративному освітленні.

Серед переваг світлодіодних джерел світла (рис. 8.8) слід назвати такі:

- економічність – світлодіоди працюють від низької напруги і, відповідно, споживають дуже мало електроенергії, оскільки в порівнянні із звичайними джерелами світла практично всю енергію перетворюють на світло. Це дозволяє знизити споживання енергії на 75%;
- надзвичайно тривалий термін служби – теоретично до 100 000 год. горіння, тобто при використанні світильника в середньому по 8 год. в день він прослужить 35 років! Для порівняння – звичайної галогенової лампочки потужністю 10 Ватів вистачить лише на 2000 годин;
- міцність – на відміну від традиційних джерел світла світлодіоди набагато міцніші і менш схильні до механічної дії, оскільки в них відсутні елементи (спіралі, електроди), які можуть бути пошкоджені.

Відсутність у світлодіодів ультрафіолетового і інфрачервоного випромінювання дозволяє використовувати їх, зокрема, для експозиційного підсвічування на виставках та в музеях. Світлодіоди широко застосовуються в декоративному освітленні.






 <p>○ ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●</p> <p>Luxeon Line — 12 світлодіодів, закріплених на основі у вигляді лінійки. Світлодіоди забезпечені фокусуючими лінзами.</p>	 <p>○ ● ● ● ● ●</p> <p>Luxeon Ring 6 — джерело світла, що складається з 6 світлодіодів, закріплених на кільцевій основі. Світлодіоди забезпечені фокусуючими лінзами.</p>
 <p>○ ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●</p> <p>Luxeon Flood 12, Luxeon Flood 18 — джерела світла, що складаються з 12 або 18 світлодіодів, закріплених на квадратній основі</p>	 <p>Світлодіодна лампа E1A0-45220WE27</p>
 <p>RGB</p> <p>Luxeon DCC — джерела світла, що складаються з 11.40 світлодіодів, закріплених в ряд на основі у вигляді лінійки. У одному пристрої знаходяться роздільно керовані групи світлодіодів червоного, зеленого і синього кольорів, що дозволяє динамічно змінювати колір в рамках колірного простору RGB. Джерела світла цього типу призначені для динамічного підсвічування вітрин та інших подібних об'єктів, а також як джерела світла для підсвічування рідкокристалічних дисплеїв.</p>	

Рисунок 8.8 – Світлодіодні джерела світла.

Особлива система змішування кольорів (встановлення в одному корпусі трьох груп світлодіодів) дозволяє отримати практично будь-який колір світлового потоку, що, поза сумнівом, розширює можливості використання світлодіодів.

У табл. 8.1 наведені для порівняння деякі показники джерел світла.

Таблиця 8.1 – Порівняння джерел світла за окремими показниками

Показник	Лампа розжарювання	Галогенна лампа	Люмінесцентна лампа	Світлодіоди
1 Передавання кольорів, Ra	60–90	80–100	70–80	0–100
2 Світловіддача, Лм/Вт	7–17	14–30	90	25
3 Термін служби, годин	1000	3000–4000	до 20 000	до 100 000
4 Економічність	Не економічна	Економічна	Економічна	Над-економічні

Методи розрахунку штучного освітлення виробничих приміщень. Найбільш поширеною на практиці є потреба забезпечення рівномірним штучним освітленням виробничі приміщення різноманітних розмірів, з різним рівнем нормованої освітленості. З цією метою були розроблені та перевірені різноманітні методи розрахунку штучного освітлення виробничих приміщень. Найбільш точним і поширеним є *метод коефіцієнта використання світлового потоку*. Суть методу полягає в залежності між освітленістю, світловим потоком і освітлюваною площею приміщення.

З виразу (8.6) можна записати:

$$F = E_n \cdot S, \quad (8.9)$$

тобто світловий потік F тим більший, чим більший добуток нормованої освітленості E_n і площі приміщення S .

Зважаючи на те, що світловий потік електричної лампи залежить від напруги живлення, стану самої лампи, необхідно ввести поправочний коефіцієнт: $k > 1$. За допомогою декількох джерел світла неможливо забезпечити рівномірне освітлення площі всього приміщення, тому необхідно ввести ще один коефіцієнт - нерівномірності освітлення $z > 1$. Враховуючи, що не весь світловий потік, який випромінює джерело світла, досягає необхідних місць, частина світлового потоку поглинається в самому світильнику, частина - стінами, стелею, підлогою, втрачається через вікна; формула для розрахунку набуває вигляду:

$$F = (E_n \cdot S \cdot k \cdot z) / \eta, \quad (8.10)$$

де F - світловий потік від усіх джерел світла, лм;
 E_H - нормативна освітленість, лк;
 S - площа приміщення, м²;
 k - коефіцієнт запасу, $k > 1$;
 z - коефіцієнт нерівномірності освітленості, $z > 1$;
 η - коефіцієнт, який показує ту частину світлового потоку ламп, яка досягає освітлюваної площині, $\eta < 1$.

Для деяких приміщень відома кількість N штучних джерел світла, за допомогою яких буде освітлюватись приміщення. В такому випадку за виразом (8.10) можна визначити світловий потік однієї лампи:

$$F = (E_H \cdot S \cdot k \cdot z) N \cdot \eta. \quad (8.11)$$

Багаторазове використання на практиці такого методу показало, що розрахунок можна спростити. Серед найпростіших методів розрахунку штучного освітлення - метод питомої потужності. Дія приміщень з однаковими за характером роботами і нормованою освітленістю, але різних розмірів потрібна різна кількість ламп. Але відношення потужності всіх освітлювальних ламп до площі приміщення - величина постійна, названа питомою потужністю P_{num} [Вт/м²]. Знаючи для різних виробничих приміщень значення P_{num} , легко визначити потужність усіх освітлювальних ламп, які необхідні для штучного освітлення конкретного приміщення:

$$P = P_{num} \cdot S. \quad (8.12)$$

Легко визначити загальну кількість ламп для конкретного приміщення за відомою потужністю однієї лампи:

$$N = P / P_l, \quad (8.13)$$

де: N - загальна кількість освітлювальних ламп, шт. ;
 P_l - потужність однієї лампи, Вт.

У деяких випадках, наприклад, для невеликих за площею приміщень, (заздалегідь відома кількість N ламп або світильників $N = 1 \dots 2$). У такому випадку можна визначити потужність освітлювальної лампи:

$$P_l = P / N. \quad (8.14)$$

Необхідно підкреслити, що питома потужність залежить від типу ламп та їх світлової віддачі. Для приміщень з однаковою нормованою освітленістю питома потужність для люмінесцентних ламп менша порівняно з лампами розжарювання внаслідок більш високої світлової віддачі.