

ТЕМА 7. Будова, монтаж, технічне обслуговування та ремонт освітлювальних електроустановок. (10 год)

Урок №46. Ілюмінація.

Види, призначення, будова, технічне обслуговування та ремонт. Послідовність установа.

Сучасне місто важко уявити без світлової реклами. Мабуть тяжко знайти таке місто в державі де б не застосовувалось газосвітлове оформлення вулиць і площ. По святковому світяться ввечері яскраві написи вітрин кафе і магазинів, емблеми торгових підприємств і банків, вертикальні рекламні кронштейни. Далеко видимі світлові установки на дахах будинків і художні світлові панно на торцевих стінах будинків. Особливо ефектні світлові установки з періодичною зміною тексту, декоративних елементів, кольорів.

Бурхливий розвиток газосвітлового оформлення призвело до зростання вимог до всіх його елементів, в тому числі і газосвітловим лампам, рівень виробництва яких був низький і практично не було літератури, присвяченої цим питанням.

В кінці минулого століття Всесоюзний науково-дослідний проектно-конструкторський світлотехнічний інститут (ВНИСИ) спільно з Московським заводом світлової реклами провели роботи, результатом яких були отримані дані про електричні і світлові параметри газосвітлових ламп в залежності від різних факторів, розроблені рекомендації по вдосконаленню і технології їх виготовлення.

В якості джерела світла в газосвітловій рекламі використовуються в основному газосвітлові лампи (ГОСТ 1.5049-81), рідше лампи розжарення і люмінесцентні лампи. Застосовують і їх поєднання.

Рекламно-оформлювальні світлові установки із застосуванням газосвітних ламп називаються газосвітловими.

Вперше газосвітлова установка в СРСР була розроблена інженером А.П. Селезньовим в 1932р. І складалася з одного короткого слова „САД”. Лампи виготовляв той же Московський електроламповий завод, де було налагоджено випуск прозорих ламп, наповнених неоном, аргоном і аргоном з ртуттю. Діапазон газосвітіння обмежувався оранжево-червоним (неон), біло-ліловим (аргон) і блакитним (аргон із ртуттю).

Дещо розширило гаму кольорів застосування кольорових стекол. Так, в трубці з жовтим кольором скла аргон із ртуттю давав світіння зеленуватого кольору і т.д..

Після ВВВ в 1947р. Відбулось відродження цієї промисловості і в газосвітлове виробництво були втілені люмінофори, що значно розширило гаму світлової реклами. (Створено Ленінградське об'єднання „Газосвітло”)

Газосвітлова електроустановка та її складові

Газосвітлова лампа

Простіша газосвітлова лампа являє собою пряму або складної конфігурації скляну трубку, прозору чи покриту із середини шаром люмінофору, до обох кінців якої герметично припаяні електродні вузли, що складається з платинітових виводів (петлі) з привареними до них циліндрами із низьковуглецевої сталі – електродами (катодами). Відкритим кінцем електроди обернені в середовище розряду. Для зменшення розпилення матеріалу електродів їх кінці захищені стеатиною втулкою.

На приведеному малюнку електродні вузли перпендикулярні лампі. Але в залежності від конфігурації можуть бути паралельні і являти її продовження. Необхідним елементом лампи при її виготовленні є штенгель - тонка скляна трубка з'єднуюча відкачуючий пристрій з відкачуючим постом. Після проведення вакуумної обробки здійснюють відпайку штенгеля газосвітної лампи від відкачуючого поста. На місці відпайки утворюється „носик”. В залежності від необхідного кольору свічення в лампу вводять неон, аргон чи аргон із ртуттю.

При прикладанні до лампи високої напруги в ній миттєво виникає запалення тліючого розряду.

Цей вид газового розряду виникає в лампах з холодними катодами при тиску газу або пари не більше декількох тисяч паскалів (десятьків мм. ртутного стовпчика) і малих струмів . В газосвітних лампах тиск інертного газу менше 1330Па, тиск парів ртуті наближено до 5Па при температурі стінок трубки 30-35°C. Температура електродів ламп в робочому режимі 150-200°C (для порівняння - в люмінесцентних лампах з дуговим розрядом температура катодів приблизно 900°C).

Емісія з холодних катодів забезпечується в основному за рахунок ударів додатніх позитивних іонів об катод. Цей механізм вимагає великих навколокатодних спадів напруг, значення яких залежить від матеріалу катода, виду газу його тиску в лампі і сили струму. Так в газосвітлових лампах діаметром 12-16мм при $I=20\text{mA}$ сума навколокатодних спадів напруги лежить в діапазоні 180-270В в залежності від перерахованих факторів.

Для порівняння – в люмінісцентних лампах , де має місце термоелектронна емісія катодів, сума навколокатодних спадів напруги наближено дорівнює 15В.

Проходження струму через газ супроводжується світінням позитивного стовпа, а при наявності в газі парів ртуті також і ультрафіолетового випромінення.

В лампах наповнених інертним газом , колір світіння позитивного стовпа визначається видом інертного газу. Але при зміні умов розряду – зміні I і P , колір свічення розряду може суттєво змінитись. Так пари ртуті, що світяться при низькому тиску блакитним кольором, при великих тисках дають майже білий колір. Газосвітні лампи з неоном, дають світло червоного, аргонном- синього, аргонном з парами ртуті - блакитнуватою кольору.

Останій вид наповнення застосовується в лампах з люмінофорним покриттям. В неробочому стані покриті люмінофором трубки мають білий колір. При запалені розряду резонансні лінії ультрафіолетового випромінювання (УФ) збуджують люмінофор, який утворює ультрафіолетове випромінювання в більш довготривале випромінювання, видиме, колір якого визначається кольором люмінофору. Для виробництва газосвітлових ламп використовують, як правило, 5-6 типів люмінофорів і їх суміші, які в комбінації з наповненим інертним газом дозволяє отримати лампи 17 кольорів світіння.

Процес запалювання лампи відбувається миттєво, струм в колі після запалювання розряду різко зростає, і якщо процес зростання струму не зупинити, лампа вийде із ладу. Для запобігання необхідно щоб прикладена U_z понижувалась до значення необхідного для підтримання горіння трубки - напруги горіння U_g .

Зниження напруги може бути досягнуте вмиканням дроселя послідовно з лампою.

В газосвітловій рекламі використовують спеціальний трансформатор, що поєднує в собі властивості звичайного трансформатора і послідовно з'єднаного з ним дроселя.

Наприклад: (ТГМ-1020 УХЛ1; ТГМ -320 УХЛ1)

Т - трансформатор

Г - газосвітловий

М - модернізований

10 - номінальна напруга холостого ходу (кВ)

20 - номінальний робочий струм , мА

УХЛ1 кліматичне виконання і категорія виробу.

Напруга на виході трансформаторів при номінальному навантаженні 20мА складає 60% напруги холостого ходу . Така характеристика трансформатора отримана завдяки введенню магнітного шунта між обмотками високої і низької напруги.

Відношення $U_p / U_{x.x}$ відповідає відношенню U_g / U_z для неонових ламп і рівна 0,6-0,65 в залежності від діаметра лампи. До одного газосвітлового трансформатора приєднується послідовно декілька ламп.

Характеристики трубчатих розрядних ламп з холодними катодами, їх розміри, форма

Лампи випускаються діаметром 10-18мм. оптимальний діапазон діаметрів 12-16мм. Оптимальна довжина ламп 1-1,5м. Довгі лампи економічніші коротких в експлуатації, але ця перевага втрачається із-за їх нетехнологічності при виконанні складувних робіт, вакуумній обробці і транспортуванні. Короткі лампи мають менший термін служби. Лампи діаметром 18мм. мають меншу яскравість, у них частіше спостерігається нестабільність електричних параметрів при наповненні аргонем і ртуттю. Яскравість і колір світіння - основні

характеристики газосвітлових ламп з точки зору їх призначення, як основного елементу газосвітлових рекламно-інформаційних установок.

Яскравість світіння – це відношення сили світла елемента до площі її проєкції, перпендикулярної до розглядуваного напрямку (кандела / м²).

Яскравість залежить в основному від типу люмінофору, наповненого газу, діаметра трубки, робочих значень сили струму, технології виготовлення.

Колір свічення лампи залежить від типу люмінофору і виду наповнення ламп.

Сама висока яскравість 3000-3500 кд/м² спостерігається у ламп з яскраво- зеленим свіченням. (Отримується при наповненні аргоном з ртуттю ламп покритих люмінофором К-35.) Такі ж лампи без ртуті дають світіння темно-зеленого кольору яскравістю до 500 кд/м². Лампа з тим же люмінофором але з неоном, має жовто-золотисте світіння, яскравість якого досягається до 1600 кд/м². Прозорі аргонові лапи – 250 кд/м², неонові – 640 кд/м².

$$\frac{L_{d12}}{L_{d14}} \approx 1,2 \quad \frac{L_{d14}}{L_{d16}} \approx 1,25 \quad \frac{L_{d16}}{L_{d18}} \approx 1,3 \quad \frac{L_{d12}}{L_{d18}} \approx 1,7$$

Як бачимо яскравість ламп зменшується на 20-30% при переході від меншого діаметра до більшого і приблизно на 70% при переході від діаметра 12 до діаметра 18мм.

Ці залежності справедливі лише при постійному струмові.

Зменшення (збільшення) струму призводить до майже пропорційного зменшення (збільшення) яскравості.

Робочий струм - єдиний параметр загальний для всіх трубчатих розрядних ламп. Значення робочого струму входить в позначення типу лапи. Наприклад: ГР- 20 (Г- газорозрядна; Р- рекламна; 20- робочий струм,мА).

В СНД випуск ламп здійснюється з робочим струмом -20мА.

Іноземні фірми виготовляють лампи з робочим струмом 40; 60; 80 мА. Чим більший діаметр лампи, тим більший робочий струм і поверхня електродів.

d, мм	10-12	15	17-18	20-22
I, мА	15-20	22-25	30-35	45-50

При постійній щільності струму яскравість ламп більших діаметрів наближується до яскравості ламп менших діаметрів.

Напруга запалювання

Під напругою запалювання розуміють найменшу напругу, яку необхідно прикласти до лампи для виникнення самостійно розряду. При менших напругах міжелектронний проміжок є діелектриком.

Напруга запалювання лампи залежить від діаметра і довжини лампи, виду і тиску

наповненого газу та інших тяжко враховуючих факторів, таких як стан поверхні електродів, провідність скла, наявність домішок в газі і т.д. Іноді під напругою запалювання розуміють таку напругу запалювання, яка випадає на одну лампу при з'єднанні ламп послідовно.

Експериментально встановлено, що напруга запалювання однієї лампи, приєднаної до трансформатора, більша чим напруга запалювання, яка припадає на одну лампу, ламп з'єднаних послідовно: отримані дані

- кількість ламп з'єднаних послідовно 12 6 3 1

- напруга запалювання 1 лампи 100 115 170 170

Такі зміни напруги запалювання пояснюються збільшенням електроємності всієї схеми відносно землі при збільшенні числа підключених до газосвітлового трансформатора ламп. Наявність ємності полегшує запалення, але негативно впливає на тривалість горіння ламп.

Залежність напруги запалювання від довжини трубки і тиску наповненого газу характеризується законом Пашена.

Наявність парів ртуті в розряді понижує напругу запалювання. Так напруга запалювання лампи довжиною 1м, діаметром -16мм, при тиску газу 266-400Па за посередніми даними рівна:

в неоні - 1000В;

в аргоні - 1600В;

в аргоні з ртуттю - 600В.

Напруга горіння лампи

Напруга горіння лампи – це напруга, необхідна для стабільного горіння розряду в лампі. При горінні лампи при змінній напрузі між електродами виникає область інтенсивного світіння – позитивний стовп. Напруга, що виникає на кожен сантиметр довжини стовпа, постійна по всій його довжині, називається градієнтом потенціала E , В/см. 10

Прикладену до лампи, що світиться, напругу можна умовно розв'язати на дві частини: катодна напруга і напруга, що проходить по стовпу, яка пропорційна довжині стовпа l п.с

$$U_{\Gamma} = U_{\text{к}} + E l \text{ п.с}$$

Напруга, що дорівнює $E l$ п.с називається світінням позитивного стовпа.

Спад напруги $U_{\text{а.к}}$ – є постійна складова напруги горіння лампи.

Знаючи значення E і $U_{\text{а.к}}$, що беруться із довідкових даних можна розрахувати напругу горіння лампи будь-якої довжини.

Розрахуємо напругу горіння неонових ламп діаметром 14мм. і довжиною 1 і 2,5м, згідно довідки.

$$U_{\Gamma 1} = 250\text{В} + 100\text{см} * 5\text{В/см.} = 750\text{В}$$

$$U_{г2,5} = 250В + 250\text{см. } 5В/\text{см} = 1500В$$

При збільшенні довжини лампи в 2,5 рази напруга горіння зростає в 2 рази, що говорить про більшу економічність довгих ламп.

Залежність параметрів газосвітлових ламп від температури навколишнього середовища

Враховуючи особливі умови експлуатації газосвітлових ламп, дуже важливо знати, як змінюються їх характеристики в залежності від оточуючого середовища, зокрема від температури (таб.3, Залежність яскравості від температури)

За таб.3 бачимо, що в діапазоні від +200 С до -100 С яскравість ламп з парами ртуті при зміні температури знижується в 3 рази. Такий же характер змін і електричних параметрів. Зниження температури впливає тільки на напругу запалювання і напругу горіння ламп, що містять пари ртуті. При пониженні температури до -100 С напруга запалювання збільшується на 40%; напруга горіння збільшується на 10%

Зміни параметрів пояснюються зміною тиску парів ртуті.

Тривалість горіння газосвітлових ламп з холодними катодами може бути дуже великою. Випробування показали, що при дотриманні позитивних впливаючих факторів (надійна конструкція катодів і густина струму на катоді не більше 0,015 А/см²), при правильному підборі тиску наповнюючого газу і добре проведеної вакуумної обробки, тривалість горіння може бути значно більша 10 000 год. В основному газосвітна лампа горить в середньому 5 год. на добу, отже, 10 000 год.—це приблизно 5,5 років експлуатації. Реальна тривалість горіння ламп менша.

В ТУ 400-13-29-84 записано, що середня тривалість горіння ламп повинна бути не менша:

наповнених неоном - 6000 год. (3 роки)

аргоном з парами ртуті - 8000 год. (4 роки)

при навантаженні ламп на трансформатор, у відповідності до таб.4.

Встановлено, що на відкритому повітрі, при тривалому горінні, на поверхні зовнішньої сторони лампи з'являється погано змочуваний темний наліт. В зв'язку з цим важко визначити втрати яскравості із-за процесів, що проходять в лампі ,але очевидні втрати яскравості від забруднення ламп. Через 10 000 год. горіння яскравість лампи складає 50% початкової. Так як в процесі експлуатації окремі лампи замінюють, то довготривало працююча установка стає неоднорідною по яскравості. Таким чином, в зв'язку зі сказаним, доцільно направляти зусилля на збільшення безвідмовності ламп в перші 2-3 роки горіння і суміщати проведення профілактичного ремонту установки з заміною всіх газоосвітлювальних ламп.

Для виготовлення газоосвітлювальних ламп використовують склотрубки (дроти) із скла марки СЛ97-1 (по хімічному складу належить до групи силікатних (SiO 69,5%), по складності вогневої обробки - до легкоплавких (температура розм'якшення 5500 С), по здатності створювати надійний вакуумно-щільний спай з металами – до групи платинітових (простих) стекол (температурний коефіцієнт лінійного розширення (ТКЛР) скла близький до ТКЛР платиніту.

Яскравість люмінофору визначається в порівнянні з яскравістю світіння еталонного люмінофору при збудженні їх ультрафіолетовим випроміненням ртутної лампи в увіоловому склі (БУВ-15 або БУВ-30).

В якості зв'язуючого компонента люмінофору застосовують нітролак – розчин коллоксиліну в бутилацетаті.

Коллоксилін – волокниста речовина білого кольору, один із полімерів нітроцелюлози.

Чим більший порядковий номер коллоксиліну, тим вища його в'язкість.

В сучасному виробництві люмінесцентних ламп нітролак повністю замінено на лак з основою смоли – сополімера БМК -5

Найближчий склад компонентів в люмінофорній суспензії в процентах: люмінофор – 46 : смола БМК-5 - 52; бутилацетат -51; тетрафосфат барію чи нітрат амонію 1.

Розробка газосвітлових установок

Розробка газосвітлових установок на основі технічного завдання розпочинається з розробки художником ескізу. Це трудомісткий і відповідальний етап. Технічне завдання містить загальний художній замисел, місце розміщення установки, тематику, вказівки про характер роботи – статичний чи динамічний режим, загальні вимоги. До технічного завдання додаються фотографії місця розміщення установки.

Вивчаючи архітектурні особливості будинку, стиль вулиці, загальний художній замисел і місце розміщення визначають основний вид установки: дахова, брендмауер, кронштейн, вивіска ілюмінаційна.

Під відкритим газосвітлом розуміють установку, в якій лампи не захищені екраном.

Вивчивши усі питання, розробник виконує проект у кольорі в двох аспектах – загальний вигляд установки у вечірній і денний час.

Ескіз виконується в масштабах, що дозволяє чітко прорисувати всі деталі. Загальноприйняті масштаби вивісок кронштейнів, ілюмінаційних установок: 1:10;

1:20; 1:50. Для дахових установок і брендмауерів масштаб – 1:100; 1:200.

Другим етапом є розробка конструктором технічної документації. Конструкцію установки розробляють згідно затвердженого ескізу, а також з дотриманням діючих будівельних Норм і Правил (БНіП) і ПУЕ.

При проектуванні стараються мати найменше спаювань на деталі та використання ламп 1.0 – 1.5м. (Хоча в практиці використовують від 0.1 до 2.5 м) Прямі лампи кріпляться на відстані 80 – 100 мм в двох точках, фігурні – в трьох точках, розміщених трикутником. Букви використовують із декопированої сталі товщиною 0,63 – 1,5 мм чи оргскла, полістиролу.

В розробку технічної документації входить проектування високовольтної мережі. При цьому керуються як загальними вимогами так і спеціальними: високовольтні електромережі проектуються максимально короткими; для досягнення однакової яскравості світіння трубок, під'єднаних до двох і більше трансформаторів, розміщувати навантаження на них рівномірно, з відхиленням на 5–10 %, застосовувати роздільне живлення внутрішніх і зовнішніх контурів букв; розраховувати необхідну кількість трансформаторів по встановленій методиці :

$$U_{нагр.} = E \cdot L_{тр} + U \cdot n \cdot тр.$$

Де $U_{нагр.}$ – розрахункова напруга при навантаженні, В

E – спад напруги на 1см довжини газосвітлової трубки – при наповненні:

$$Ar + Hq = 3,5; Ne + E = 4,5$$

$L_{тр}$ – розрахункова довжина газосвітлової трубки, см

U – спад напруги на електродах трубки, рівне 250 В

$n \cdot тр$ – кількість трубок, шт.

Тип газосвітлового трансформатора по ТУ 206 УРСР 51-77	Розрахунковий діаметр трубки мм	$U_{нагр}$, В
ТГМ – 320 У1	14	1800
ТГМ – 620 У1	14	3600
ТГМ – 1020 У1	14	6400

Спад $U_{нагр}$ на групі газосвітних трубок не повинен перевищувати напруженість трансформатора під навантаженням U .

Газосвітлові трубки можуть вмикатися в мережу по декількох схемах. Найбільш простою і поширеною схемою є схема послідовного вмикання трубок (I). Однак при виході з ладу будь-якого елемента гасне вся установка, а трансформатор переходить в небезпечний для нього режим роботи холостого ходу. Щоб запобігти цьому здійснюється заземлення середньої точки обмотки трансформатора або кола газосвітних трубок. Схема послідовно-паралельного вмикання трубок (II) з дроселями застосовується в основному для внутрішніх електроустановок. Вона дозволяє знизити напругу установок і виключити режим холостого ходу трансформатора, але за рахунок використання дроселів стане дорожча. Схема з індивідуальними трансформаторами (III) відрізняється високою надійністю і не вимагає високої напруги, застосовується в сигнальних пристроях.