

9 Пускорегулююча апаратура (ПРА)

Активний баласт. Схеми з активним опором в якості баласту мають низьку економічність через великі втрати потужності, тому не знайшли широкого застосування. Єдиним практичним варіантом цієї схеми є ртутно-розжарювальні лампи, в яких послідовно з ртутною горілкою включається вольфрамова спіраль. Застосування спіралі, що розжарюється при роботі лампи до високої температури, дає можливість створити додатковий світловий потік який в декілька раз підвищує ефективність такої схеми порівняно з розрахованою без урахування випромінювання спіралі.

Індуктивний баласт (дросель). Головною перевагою індуктивного баласту є невелика втрата потужності. Втрати в дроселі прийнято оцінювати відношенням до потужності лампи. Розрахунок показав, що вони складають 5-12% залежно від типу лампи високого тиску. Порівняно з втратами в схемі з резистивним баластом активні втрати тут в 4 – 5 разів нижчі.

Таким чином схема з індуктивним баластом відзначається високою економічністю і широко застосовується в освітлювальній техніці.

Ємнісний баласт. Ємнісні баласты малогабаритні, мають невелику вагу і характеризуються відсутністю втрат. Але при низьких частотах живлячої напруги використання таких баластів несуттєве.

У схемі з конденсатором струм має вигляд вузького піка, амплітуда якого в кілька раз перевищує діюче значення струму. Це пояснюється тим, що в момент зміни напругу струму, ємність, напруга на якій досить велика, практично розряджається через лампу. Різкі кидки струму несприятливо впливають на роботу катодів і скорочують довговічність лампи. Крім того, якість освітлення ламп, ввімкнених послідовно з ємнісним баластом, низька через дуже великі термінові паузи.

У практичних варіантах схеми застосовується послідовне ввімкнення ємності й індуктивності відповідної величини. Такий баласт має назву ємнісного. При правильно підбраному співвідношенні C і L вдається зберегти позитивні якості чисто ємнісного баласту і знизити амплітудне значення струму до величини, при якій строк служби лампи практично не відрізняється від строку служби лампи в схемі з індуктивним баластом.

Ртутно-ксенонові лампи надвисокого тиску з короткою дугою. Ртутно-ксенонові лампи надвисокого тиску з короткою дугою типу ДРШ (дугові ртутні кульові) є джерелами випромінювання високої яскравості у видимій і ультрафіолетовій областях світла. Для використовуваного в

цих лампах дугового розряду в парах ртуті при тисках у кілька десятків атмосфер характерний лінійчатий спектр випромінювання із сильно вираженим безперервним фоном. Випромінювання з хвилями, коротше 250 нм, практично відсутнє. Внаслідок існування безперервного фону частка червоного світла у видимому випромінюванні досягає 4-6%.

Конструкція цих ламп являє собою товстостінну кварцову колбу еліптичної або кульової форми, в яку впаяні на відстані декількох міліметрів один від одного два електроди (рис 14).

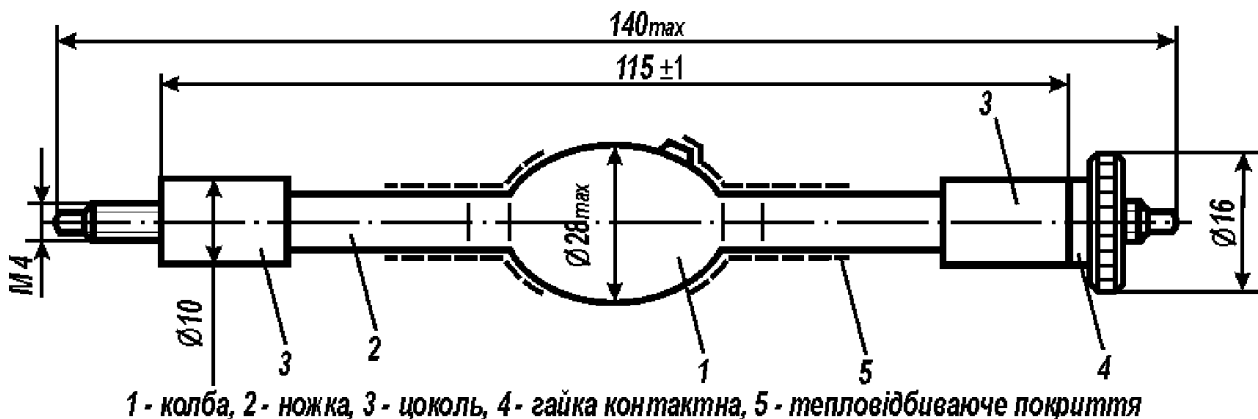


Рис. 14. - Загальний вид дослідної короткодугової ртутно-ксенонової лампи надвисокого тиску ДРШ-600 (СРЖА 433220.028 ТУ):

У деяких типів ламп є третій електрод з вольфрамового дроту, призначений для зниження амплітуди імпульсу запалювання. Можливість варіювати в широких межах розміри колби й електродів дозволяє створювати кулькові лампи на різні струми і потужності без примусового охолодження. Існуючі й розроблювані лампи малої потужності (до 500 Вт), що використовують для фотолітографії, можуть бути подані наступними значеннями потужності: 75, 100, 150, 200, 250, 350, 500; середньої потужності: 800-1000 Вт.

Лампи наповняють інертним газом (частіше ксеноном) до тиску в кілька сотень міліметрів ртутного стовпчика і рідкою ртуттю. Інертний газ зменшує розпилення матеріалу електродів у період розгорання. При наявності рідкої ртуті тиск пару в лампі визначається як тиск насичених парів при мінімальній температурі внутрішньої поверхні колби лампи, з яким може стикатися ртуть. Оскільки тиск насичених парів різко зростає з ростом температури, при роботі лампи в насичених парах має місце значна залежність тиску і щільності пару, а, відповідно, і всіх характеристик розряду від температури колби. Тому велике значення має рівномірний розподіл температури по поверхні колби, що значною мірою залежить від положення лампи - анодом вниз або нагору.

Для зменшення залежності характеристик ртутної лампи від режиму її роботи кількість ртуті строго дозується з таким розрахунком, щоб при заданій потужності ртуть повністю випаровувалася і розряд відбувався в ненасичених парах. За умови, що температура найбільш холодної частини колби досягає 750-800°C, тиск визначається кількістю введеної в лампу ртуті і змінюється значно повільніше, ніж в області насичених парів.

Для встановлення однакової температури на поверхні колби зі збільшенням потужності розряду діаметр колби повинен зростати. При цьому важливо зберегти по поверхні колби рівномірний розподіл температури. Для цього застосовують колбу еліптичної форми, а на горловину колби зовні наносять металеве покриття, наприклад, шар платини або золота. При експлуатації доводиться, однак, враховувати, що таке металеве дзеркало відбиває не тільки теплове, але і видиме випромінювання.

Малі міжелектродні відстані короткодугових ламп обумовлюють високу частку втрат енергії на електродах. При роботі на постійному струмі частка потужності, виділювана на аноді, досягає 50%, а на катоді- 10%-15% від усієї потужності, що підводиться до лампи. Це вимагає оптимізації конструкції як анода, так і катода (форми і маси) з метою зміни теплових навантажень. Залежно від умов розряду, температури і властивостей катода розряд у районі катода може відбуватися у двох різних формах. Якщо температура робочої частини недостатня для одержання термоелектронної емісії, розряд стягується у катода в яскраву світну пляму невеликого розміру. Якщо температура робочої частини достатня, то катодна область займає всю поверхню робочої частини. Цей режим найбільш важливий, тому що забезпечує найбільш стабільне положення світного тіла.

Імпульсні джерела світла. Імпульсні джерела світла широко використовують в різних областях науки і техніки. Найбільше застосування вони одержали в стробоскопії для виміру швидкості руху об'єктів з періодично повторюваними фазами, високошвидкісній фотографії, світолокації, фотолітографії, у лазерній техніці і т.ін. Принцип дії імпульсних джерел світла заснований на використанні конденсованого електричного розряду в атмосфері інертних газів. Найчастіше для наповнення імпульсних джерел світла використовують ксенон. Ці джерела світла відрізняються від інших джерел високою яскравістю світного тіла (до 100 Гкд/м²), короткою тривалістю світлового імпульсу (одиниці мікросекунд). За конструктивними ознаками імпульсні джерела світла поділяються на лампи з обмеженим каналом розряду (трубчасті) і з необмеженим (кулькові). З імпульсних

ламп як у вітчизняному, так і закордонному опромінюваному устаткуванні, використовують, головним чином кулькові лампи, що мають просту конструкцію і компактне світне тіло. Звичайно їх виконують у вигляді багатоелектродної конструкції з одним або декількома допоміжними електродами, що знижують напругу запалювання лампи і стабілізують положення каналу розряду.

Для фотохімічних процесів пропонувалися лампи й інших конструкцій, наприклад, трубчаста у вигляді спіралі Архімеда, лампа з розрядною формою у вигляді диска, «Куля в кулі» і т.п. Ці конструкції мали на меті забезпечення симетричного протяжного тіла з рівномірним розподілом яскравості за площею світного тіла. До недоліків таких ламп слід віднести складну конструкцію, низьку технологічність виготовлення і меншу, ніж у кулькових ламп, довговічність. Крім того, тіло, що світить, у цих ламп має порівняно низьку колірну температуру-близько 5000К і, відповідно, меншу частку випромінювання в діапазоні довжин хвиль максимальної спектральної чутливості фотоматеріалів.

Одержання симетричного протяжного світного тіла можливо й у кулькових лампах. Для цього потрібні енергії розряду в кілька десятків або сотень джоулів при відповідних тисках газу і розмірах розрядного проміжку.

Освітлювання - основна характеристика імпульсних ламп, оскільки вона визначає експозицію фотоматеріалу. Освітлювання залежить від конструкції розрядного проміжку і параметрів режиму живлення. Характеризуються імпульсні лампи відношенням освітлювання до енергії імпульсу або світловою віддачею, що являє собою відношення повного світлового потоку до енергії імпульсу. Для більшості імпульсних кулькових ламп значення середньої сили світла на 1 Вт середній потужності лежать у межах 0, 6-1, 2 кд/Вт.

Нестабільність сили світла може виявлятися у вигляді:

- зниження сили світла, викликаного осадженням на колбі розпиленого електродного матеріалу;
- зниження сили світла на перших імпульсах за рахунок зменшення щільності газу в розрядному проміжку;
- зміни пікової сили світла від імпульсу до імпульсу, викликані флуктуаціями довжини іскри і щільності газу в розрядному проміжку.

Спектр випромінювання імпульсних ламп складається із суцільного фону, на який накладений лінійчатий спектр випромінювання газу, що наповняє лампу.

Спектральний розподіл випромінювання імпульсних кулькових ламп відносно мало залежить від режиму роботи. Спектральний розподіл випромінювання трубчастих ламп залежить від середньої за

час розряду питомої електричної потужності. Збільшення питомої електричної потужності приводить до підвищення частки випромінювання в короткохвильовій області.

8.5 Освітлювальні мережі

Для освітлювальних установок повинно застосовувати напругузмінного струму при заземленої нейтралі 380/220В або постійного струму, що не перевищує 220 В. При підвищених вимогах до електробезпеки можливе застосування мережі напруги змінного струму з ізольованою нейтраллю напругою 220 В.

Постійний струм використовується для резервного живлення особливо відповідальних освітлювальних приймачів і в спеціальних електроустановках.

Напруга 12, 24 і 36 В застосовується для місцевих і переносних світлових приладів розжарювання.

Вимоги по зниженню напруги відносно номінальної у найбільш віддалених ламп є такими:

2,5% - у ламп робочого освітлення промислових і громадських будинків, а також прожекторного освітлення зовнішніх установок;

5% - у ламп робочого освітлення житлових будинків, зовнішнього освітлення, виконаного світильниками, і аварійного освітлення;

10% - у ламп 12-36 В, рахуючи від виводів нижчої напруги понижуючого трансформатора.

Частота коливань напруги у ламп робочого освітлення при змінах менше 1% не обмежується, при коливаннях більше 1% припустима їхня частота визначається залежно від величини коливання напруги за формулою

$$n = \frac{6}{U_t - 1}, \quad (8.1)$$

де n - найбільше припустиме число коливань напруги в годину;

U_t - величина коливання напруги у %.

Надійність електропостачання освітлювальних установок, як і інших споживачів, поділяється на три категорії. 1 категорія - освітлювальні установки, перерва в електропостачанні яких не повинна мати місця або допускається тільки на час автоматичного включення резерву. Живлення забезпечується від двох незалежних джерел. Але якщо перерва в електропостачанні установки загрожує життю багатьох людей, веде до руйнування особливо важливого технологічного устаткування, порушення роботи найважливіших вузлів зв'язку,

водопостачання, енергетики, то освітлювальні установки виділяються з навантажень I категорії в “особливу” групу і живляться від двох незалежних джерел з переключенням частини світильників на третє незалежне джерело при повному, а в деяких випадках і частковому загасанні установки.

II категорія - освітлювальні установки, для яких допускається перерва в електропостачанні на час, необхідний для ручного включення резерву черговим персоналом або виїзною бригадою.

У більшості випадків установки II категорії забезпечуються автоматичним введенням резерву, тому що це не вимагає великих капітальних витрат, тим більше, що в багатьох випадках важко відокремити навантаження II категорії від I.

III категорія - всі інші освітлювальні установки, що допускають перерву живлення на час ремонту або заміни пошкодженого елемента до однієї доби.

В освітлювальних установках збереження повного освітлення при виході з ладу одного з джерел живлення або однієї з ліній не потрібно, тому необхідний ступінь резервування живлення освітлювальної установки в основному здійснюється шляхом утворення аварійного освітлення. Аварійне освітлення підрозділяється на аварійне освітлення для евакуації персоналу й аварійне освітлення для продовження роботи. З метою скорочення ліній, що прокладаються паралельно, у деяких випадках на аварійне освітлення виділяють цілі ряди світильників. У цьому разі назва робочого й аварійного освітлення умовні. Світильники аварійного освітлення для евакуації мають бути приєднані до мережі, незалежно від мережі робочого освітлення. Слід прагнути до максимальної незалежності живлення аварійного освітлення.

Можливість сполучення силових і освітлювальних мереж обмежується підвищеними вимогами освітлювальних мереж до якості напруги і необхідністю збереження освітлення в періоди ремонтних і профілактичних робіт.

Сполучення освітлювальних і силових живильних ліній можливо для громадських і житлових будинків, в окремих випадках для виробничих приміщень допоміжного характеру з “спокійними” силовими навантаженнями, причому загальними лініями є тільки лінії до вступних або до ввідно-розподільних пристроїв. Для приміщень зі споживачами I і II категорій, коли зазначеними пристроями є робоче і резервне живлення, таке сполучення доцільно при дотриманні вимог до якості живильної напруги.

При виконанні аварійного освітлення окремими лініями або рядами, коливання напруги в мережі, що живить, ці ряди не повинно перевищувати нормовані значення.

Схеми живлення

Живлення навантажень III категорії може здійснюватися від однієї однострансформаторної підстанції. Аварійне і робоче освітлення при цьому повинно мати самостійне живлення або від шини трансформатора, або від уводу в будинок.

Для освітлювальних установок приміщень зі споживачами II категорії формально припустиме живлення від однієї однострансформаторної підстанції, але насправді бажано мати більш надійну схему живлення. При живленні електроустановок більш ніж від однієї однострансформаторної підстанції для робочого й аварійного освітлення треба використовувати різні трансформатори. З метою збереження повного освітлення при аварійних і планових відключеннях трансформаторів бажано мати перемички між однострансформаторними підстанціями, що забезпечують можливість включення повного освітлення у приміщенні.

Мережі освітлення розділяються на живильні й групові. Живильні мережі – це лінії від трансформаторних підстанцій або інших точок живлення до групових щитків, до групової мережі відносяться лінії від групових щитків до освітлювальних приладів.

У кожен фазу групової лінії повинно включатися не більше 20 штук ЛН, ДРЛ, МГЛ, НЛВД або 50 штук ЛЛ. Керування освітленням може бути місцеве або централізоване, що може бути реалізовано такими способами: пряме, дистанційне, автоматичне і телемеханічне.

Встановлена потужність освітлювальної установки визначається як сума потужностей усіх ламп, що живляться відповідною ділянкою мережі. Для ліній з РЛ (крім ламп Дкст) до потужності ДС необхідно додавати втрати в ПРА, рівні: 20 % - для ЛЛ, 10 % - для РЛВТ потужністю до 400 Вт і 5 % - потужністю більше 400 Вт. Коефіцієнт попиту для різних освітлювальних установок, при відсутності нормативних даних, можна приймати:

1 – для дрібних виробничих будинків і торговельних приміщень, зовнішнього освітлення;

0,95 – для виробничих будинків, що складаються з окремих великих прольотів;

0,9 – для бібліотек, адміністративних будинків і підприємств громадського живлення;

0,8 – для виробничих будинків, що складаються з великого числа окремих приміщень;

0,6 – для складських будинків і електростанцій, що складаються з великого числа окремих приміщень.

При розрахунку групової мережі і всіх ланок аварійної мережі коефіцієнт попиту приймається рівним 1.

Вибір перерізу провідників освітлювальної мережі виконують по струму, який можна визначити за формулами

для трифазної мережі з нульовим проводом і без нього при рівномірному навантаженні фаз

$$I = \frac{P_3}{\sqrt{3}U_n \cos \phi}; \quad (8.2)$$

для двофазної мережі з нулем при рівномірному навантаженні фаз

$$I = \frac{P_2}{2U_\phi \cos \phi}; \quad (8.3)$$

для двофазної мережі

$$I = \frac{P_1}{U_H \cos \phi}; \quad (8.4)$$

для кожної з фаз дво- і трифазної мережі з нулем при будь-якому, у тому числі нерівномірному навантаженні

$$I = \frac{P_1}{U_\phi \cos \phi}, \quad (8.5)$$

де P – потужність навантаження (включаючи втрати в ПРА),

$\cos \phi$ – коефіцієнт потужності навантаження,

U_n, U_ϕ, U_H – лінійна, фазна або номінальна напруга мережі.

При виборі проводів слід враховувати, що в чотирьохпровідній трифазній мережі при рівномірному навантаженні по фазах, струм у нульовому проводі може досягати величини фазного струму, тому переріз нульової жили повинний бути таким же, як і переріз фазної.

Для живильної мережі обов'язково виконується перевірка на втрати напруги. Величина втрат напруги визначається як

$$\Delta U = U_{X.X} - U_{\text{МІН}} - \Delta U_T, \quad (8.6)$$

де ΔU – припустимі втрати в мережі;

$U_{X.X}$ – номінальна напруга при холостому ході;

$U_{\text{МІН}}$ – напруга у найбільш віддаленої лампи (2,5 – 5 %);

ΔU_T – втрати напруги в трансформаторі.

$$\Delta U_T = \beta(U_{A.T} \cos \phi + U_{P.T} \sin \phi), \quad (8.7)$$

де β – коефіцієнт завантаження трансформатора;

U_{AT} і U_{PT} – активні й реактивні складові короткого замикання трансформатора;
 $\cos \varphi$ – коефіцієнт потужності.

U_{AT} і U_{PT} визначаються як

$$\begin{aligned} U_{AT} &= \frac{P_K}{P_H} 100; \\ U_{PT} &= \sqrt{U_K^2 - U_{AT}^2} \end{aligned} \quad (8.8)$$

де P_K – втрати короткого замикання;

P_H – номінальна потужність трансформатора;

U_K – напруга короткого замикання.

Для електроживлення освітлювальної установки застосовуються проводи і кабелі з алюмінієвими жилами. Провідники з мідними жилами обов'язкові тільки у вибухонебезпечних зонах або приміщеннях класів В-1 і В-1а та для переносних освітлювальних приладів.

На штучне освітлення витрачається близько 13% електроенергії, що виробляється. Заходи щодо зниження споживання електроенергії повинні постійно удосконалюватися. У першу чергу це заміна джерел світла з низькою світловою віддачею на ті, в яких цей показник вище. Так, заміна ламп розжарювання на розрядні скорочує споживання електроенергії при використанні ДРЛ на 40 %, ЛЛ - на 55 %, НЛВТ на 70 %. Правильна побудова системи керування дозволяє заощаджувати електроенергію на 10 – 15 %.