

ЛІТЕРАТУРА



НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА
СПОРТУ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
імені ІВАНА ПУЛЮЯ

Кафедра світлотехніки

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання курсового проекту**

з дисципліни

**СВІТЛОТЕХНІЧНІ
УСТАНОВКИ ТА СИТЕМИ**

**для студентів напрямку підготовки
6.050701 – Електротехніка та електротехнології**

ТЕРНОПІЛЬ 2013

Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни “Світлотехнічні установки та системи” для студентів напряму підготовки 6.050701 – Електротехніка та електротехнології. / Уклад.: Я.М. Осадца. – Тернопіль: ТНТУ 2013 – 17 с.

ВСТУП

Завершальним етапом вивчення дисципліни «Світлотехнічні установки та системи» є курсове проектування. Ціллю курсового проектування є систематизація, розширення, поглиблення і закріплення теоретичних знань студентів. В процесі цієї роботи студенти набувають навиків і досвіду самостійного проектування освітлювальних установок. Кожний студент одержує від викладача індивідуальне завдання і відповідно до приведених методичних вказівок, розробляє проект установки.

Завдання на проектування включає назву об'єкта, для якого повинна бути розроблена освітлювальна установка, характеристику будівельної частини і стислий опис технологічних процесів в окремих приміщеннях.

При проектуванні студенту необхідно: крім літератури що рекомендується тут, використовувати довідковий, нормативний, спеціальний періодичний матеріал, а також типові проекти.

1. СТРУКТУРА, ЗМІСТ І ОБСЯГ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Курсовий проект з дисципліни „Світлотехнічні установки та системи” складається з пояснювальної записки та графічної частини.

Пояснювальна записка включає в себе:

титульний аркуш;
завдання на курсовий проект
анотація;
зміст;
вступ;
основна частина;
висновки;
перелік використаної літератури;
додатки.

Основна частина пояснювальної записки складається з світлотехнічної та електротехнічної частин.

Світлотехнічна частина містить: вибір джерел світла, вибір нормованої освітленості, виду і системи освітлення, типу світильників, коефіцієнтів запасу і додаткової освітленості; розрахунок розміщення світильників (визначення висоти і місця підвісу, розрахунок відстані від стін і між світильниками, розрахунок числа світильників), розрахунок світлового потоку джерел світла.

Світловий потік ламп визначають наступними методами: точковим методом, методом коефіцієнта використання світлового потоку та методом питомої потужності. У пояснювальній записці наводять докладний розрахунок одного приміщення трьома методами, результати розрахунків для інших приміщень (будь-яким методом) – у світлотехнічній відомості. Крім цього, у розрахунку в пояснювальній записці проекту повинно бути по однім прикладі перевірного розрахунку кожним методом.

Електротехнічна частина проекту містить: вибір місць розташування магістральних і групових щитків, траси мережі й упорядкування схеми живлення і керування освітленням, виду проводки і засобу прокладки; розрахунок освітлювальної мережі по допустимій втраті напруги з наступною перевіркою перерізу по довгостроковому допустимому струмі і по механічній міцності, вибір та розрахунок апаратів захисту освітлювальної мережі; рекомендації по монтажу освітлювальної установки; міри захисту від ураження електричним струмом.

Обсяг пояснювальної записки повинен становити **25...30** сторінок на аркушах формату А4.

Графічна частина проекту містить складається з двох аркушів форматів А1 та А3.

На аркуші формату А1, повинні бути зображені план і розріз об'єкту (рекомендуються масштаби 1: 200, 1: 100 і рідше 1:50) із вказівкою його основних розмірів, контурів технологічного устаткування, що визначає розміщення світильників, і з нанесенням світильників, розеток, вимикачів, трансформаторів, освітлювальної мережі робочого, чергового й аварійного освітлення і групових щитків введення в приміщення. Крім того, на плані повинні бути зроблені наступні написи і позначення:

- ⇒ номери окремих приміщень;
- ⇒ значення нормованої освітленості в кожному приміщенні;
- ⇒ тип світильників і поруч дріб, у чисельнику якого вказують потужність

лампи у світильнику і число світильників, а в знаменнику висоту їхнього підвісу над підлогою. Кожна група мережі повинна бути помічена написом, що містить номер групи, марку проводу, площу його перетину і засіб прокладки. У всіх групах і щитках, що живлять, також повинні бути відповідні написи виду $1 \frac{7,5}{0,2}$ ОЩВ-6, у

котрої 1 – номер щитка за планом; 7,5 – установлена потужність освітлювальної установки, кВт; 0,2 – втрата напруги до щитка, %; ОЩВ-6 – тип щитка і число групових ліній, що відходять від нього;

- ⇒ експлікація приміщень об'єкта;
- ⇒ розрахункова схема освітлювальної мережі;
- ⇒ умовні позначення і напису;
- ⇒ специфікація.

На аркуші формату А3, повинні бути зображені лінії однакової освітленості (ізолюкс) для основного приміщення.

2. ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ОКРЕМИХ РОЗДІЛІВ ПРОЕКТУ

Роботу над проектом варто почати з креслення плану і, якщо потрібно, розрізу об'єкта в необхідному масштабі. Відсутні розміри приміщень знаходять по масштабі вихідного креслення із зазначеними на ньому даними. При проектуванні освітлювальної установки реального об'єкта розміри визначають безпосередніми вимірами.

Потім виконують окремі розділи проекту в послідовності, приведеній вище в матеріалі про склад проекту.

2.1. Світлотехнічна частина проекту

2.1.1. Вибір джерела світла

З усього різноманіття що випускаються промисловістю джерел світла для освітлення приміщень найбільше придатні лампи розжарення і люмінесцентні. Висока світлова віддача, значний термін служби, більш сприятливий спектральний склад випромінювання люмінесцентних ламп дозволяють проектувальникам упевнено віддавати їм перевагу.

У спектрі люмінесцентних ламп переважають синьо-фіолетові і жовті складові випромінювання. Червоні випромінювання дуже спотворюють передачу кольору. З цим же пов'язаний ще один великий недолік люмінесцентних ламп (а також і ламп типу ДРЛ), що полягає в істотному підвищенні нижньої межі зони зорового комфорту (коли освітлення сприймається як цілком достатнє). Так, якщо для установки з лампами розжарення ця межа знаходиться на рівні освітленості 30...50 лк, то для установки з люмінесцентними лампами білого світла 150...200 лк, а з лампами денного світла 300...500 лк. Це явище, що одержало назву «сутінкового ефекту», указує на недоцільність застосування люмінесцентних ламп і ламп типу ДРЛ для створення низьких рівнів освітленості – менше 50 лк. При більш високих рівнях освітленості перевагу віддають люмінесцентним лампам.

Зовнішнє освітлення варто виконувати за допомогою ламп розжарення або типу ДРЛ. У ряді випадків для освітлення високих приміщень можна використовувати одночасно лампи розжарення і лампи типу ДРЛ, що істотно покращує передачу кольору.

2.1.2. Вибір виду і системи освітлення

У електричних освітлювальних установках розрізняють наступні види освітлення: робоче, чергове, аварійне, охоронне, архітектурне, декоративне і т.д.

Робоче освітлення призначене для створення у всіх точках робочих поверхонь нормальних умов бачення при виконанні робіт. При цьому освітленість у всіх точках повинна бути не нижче нормованої, а коефіцієнт пульсації світлового потоку не повинен перевищувати допустимого значення.

Чергове освітлення, відповідно до рекомендацій, повинне створювати 10...20 % нормованої робочої освітленості, але не менше 0,5 лк у головних проходах і 2 лк у тамбурах і на вхідних площадках. Світильники чергового освітлення варто розміщати рівномірно над проходами.

Аварійне освітлення застосовують для забезпечення нормального ритму роботи при раптовому відключенні робочого освітлення. Аварійне освітлення прокладають у тих випадках, коли раптове відключення робочого освітлення може призвести до тривалого порушення технологічного процесу, пожежі, отруєнню людей або їхнього травматизму, неможливості нормального обслуговування хворих в операційних і кабінетах невідкладної допомоги, перерв у роботі електростанцій, зв'язку, диспетчерських пунктів, пунктів управління водопостачанням, каналізацією, теплофікацією, вентиляцією і кондиціонуванням повітря.

При цьому найменша освітленість робочих поверхонь повинна бути не нижче 5 % нормованої освітленості, але не менше 2 лк усередині приміщення і 1 лк на зовнішніх площадках [8]. Евакуаційне аварійне освітлення монтують у виробничих приміщеннях із числом одночасно працюючих 50 і більш людей, у суспільних приміщеннях, де перебувають одночасно понад 100 чоловік, на сходових клітках багатоповерхових житлових будинків.

Евакуаційне освітлення при цьому повинно створювати необхідні умови бачення не тільки в самих приміщеннях, але і у всіх небезпечних і основних проходах, на сходах. Освітленість на підлозі (на землі) проходів і на сходах повинна бути не менше, ніж 0,5 лк у приміщеннях і 0,2 лк на відкритих територіях [9].

Відповідно до правил улаштування електроустановок аварійне освітлення повинно виконуватися лампами розжарення. Допускається використання люмінесцентних ламп у приміщеннях із температурою вище 5 °С, якщо при цьому напруга в мережі не менша 0,9 номінальної.

Живлення аварійного освітлення здійснюється від автономного джерела або від мережі, що не залежить від робочого освітлення. На світильниках повинні бути спеціальні знаки або надписи.

В освітлювальних установках розрізняють системи загального і комбінованого освітлення. Система загального освітлення може бути рівномірною і локалізованою. Використання в приміщеннях однієї системи місцевого освітлення не припускається.

Загальне освітлення застосовують у всіх сільськогосподарських, суспільних і культурно-побутових приміщеннях, де нормована освітленість не більш 50 лк в установках з лампами розжарення і 150 лк із люмінесцентними лампами. Якщо освітленість перевищує задані значення, то застосовують систему комбінованого освітлення. Ця система забезпечує одночасну дію загального і місцевого освітлення на робочих поверхнях, а на інших площах приміщення – тільки загального освітлення. На робочих поверхнях загальне освітлення повинно створювати 10 % нормованої освітленості, але не менше 50 лк при лампах розжарення і не нижче 150 лк при люмінесцентних. У приміщеннях без природного освітлення загальне освітлення в системі комбінованого повинно створювати 20 % усієї норми освітленості.

2.1.3. Вибір нормованої освітленості

Нормована освітленість – це найменша допустима освітленість у «найгірших» точках робочої поверхні перед черговим чищенням світильників. Значення цієї освітленості встановлюють у залежності від характеру зорової роботи, розмірів об'єкта, і контрасту об'єкта з фоном, виду і системи освітлення, типу джерела світла. Всі норми освітленості приведені в галузевих нормативах, довідковій літературі [2, 6, 9], ДБН [8] і інструктивних матеріалах. Норми освітленості сільськогосподарських об'єктів також дані в спеціальній літературі [2, 6]. При виборі нормованої освітленості необхідно мати на увазі, що при освітленості всередині приміщень до 50 лк у якості джерела світла варто використовувати лампи розжарення, а понад 50 лк – люмінесцентні.

Вибір коефіцієнта запасу і додаткової освітленості. Зниження світлового потоку освітлювальної установки через забруднення світильників і джерела світла (навіть при регулярному чищенні) і їхній старіння при розрахунках враховують коефіцієнтом запасу, що представляє собою відношення світлового потоку нового світильника з новою лампою до світлового потоку того ж світильника наприкінці терміна служби лампи. Коефіцієнт запасу вибирають у залежності від характеристики приміщення і типу джерела світла по галузевих нормах освітлення, спеціальній довідковій літературі [2, 9]. При розрахунку освітленості в будь-якій точці враховують світлові потоки тільки найближчих світильників. Для врахування дії віддалених світильників і відбитих потоків у розрахунковій формулі використовують коефіцієнт додаткової освітленості. Його значення залежить від коефіцієнтів відбивання стін і стелі приміщення і від світлового розподілу світильників, тобто від їхнього типу. Значення коефіцієнта додаткової освітленості дані в довідковій літературі [2, 9].

2.1.4. Вибір типу світильників

Від правильного вибору світильників залежать надійність роботи освітлювальної установки, її ефективність і економічність. Тому необхідно враховувати умови навколишнього середовища; світловий розподіл світильників, необхідний для проектованої освітлювальної установки; економічну доцільність застосування; естетичні вимоги до конструктивного виконання світильників (у суспільних і культурно-побутових приміщеннях).

Для сухих опалювальних приміщень тип світильника вибирають по світлотехнічних характеристиках, а для приміщень із складними умовами роботи ще і по виконанню. При цьому варто мати на увазі, що не можна застосовувати лампи більшої потужності, чим допустимо для даного світильника. У протилежному випадку світильник перегріється і ізоляція ввідних проводів вийде з ладу. Використання ламп меншої потужності є неекономічним. Тип світильників також можна вибирати по довідковій літературі [9, 5].

2.1.5. Розміщення світильників у приміщенні

Основна задача проектування освітлювальної установки – це забезпечення заданого рівня освітленості і необхідної якості освітлення при найменшому сумарному світловому потоку джерела, тобто при найменшій встановленій потужності. Вирішення задачі залежить від світлового розподілу світильників, які застосовуються та їх розміщення на плані приміщення, що визначається наступними розмірами, м:

- висотою h_p робочої поверхні

$$h_p = h - h_3 - h_{pn}, \quad (1)$$

де h – висота приміщення,

h_3 – відстань від перекриття до світильника,

h_{pn} – висота розрахункової поверхні над підлогою;

- L – відстанню між сусідніми світильниками або рядами люмінесцентних світильників. Якщо по довжині і ширині приміщення відстані між світильниками різні, то їх позначають L_a і L_b ;

- відстанню від крайніх світильників або рядів світильників до стіни.

Для підвісних світильників $h_3 = 0,3 \dots 0,5$ м, а для плафонів і убудованих світильників $h_3 = 0,2$ м. Висота звісу може бути і більшою 0,5 м, але в цьому випадку світильники необхідно встановлювати на жорстких підвісках, що не допускають їхнього розкачування.

Практика проектування показує, що при рівномірному освітленні світильники варто розміщати по вершинах квадрата або ромба. Якщо їх розмістити по вершинах квадрата не вдасться, те розташовують по вершинах прямокутника. При цьому бажано, щоб відношення більшої сторони до меншої не перевищувало 1, 5.

Для кожного типу світильника певна оптимальна відносна відстань між світильниками λ , дорівнює відношенню відстані між ними до висоти підвісу над робочою поверхнею:

$$\lambda = \frac{L}{h_p}, \quad (2)$$

Ці відстані наводять у довідковій літературі [3, 5].

При проектуванні витримати точно такі відстані не завжди вдасться, але необхідно прагнути до того, щоб вони не виходили за рамки допустимих значень. Відстань між стіною і крайніми світильниками рекомендують брати $0,5L$. Число світильників у ряду і число рядів світильників визначають за формулами :

$$N_a = \frac{a}{L}, N_b = \frac{b}{L}, \quad (3)$$

де a і b – відповідно довжина і ширина приміщення, м.

Дробове значення, N_a і N_b округлюють до цілого більшого числа. Якщо робочі поверхні розташовані біля стін, то відстань між стіною і крайнім поруч світильників рекомендують брати $0,3L$. Розміщення світильників визначають при будь-якому методі розрахунку освітлення.

2.1.6. Розрахунок і вибір потужності джерел світла.

Задачею світлотехнічного розрахунку є визначення потужності джерел світла для забезпечення нормованої освітленості. У результаті розрахунку знаходять світловий потік джерела світла, встановленого у світильнику. По цьому потоку вибирають стандартну лампу. Відхилення світлового потоку обраної лампи від розрахункового значення припускається в межах від -10 до + 20 %. Якщо розбіжність є більшою, те необхідно змінити число світильників, їхнє розміщення, тип і виконати перерахунок, щоб ця розбіжність вкладалася в зазначені допустимі межі. Так проводять прямий розрахунок освітлювальної установки. При проектуванні роблять перевірочний розрахунок, ціль якого – визначити фактичну освітленість у розрахункових точках робочих поверхонь по світильниках відомих типів і світлових потоків встановлених у них ламп. Розрахунки обох видів виконують на основі тих самих методів.

У практиці світлотехнічних розрахунків найбільше широко застосовують точковий метод, метод коефіцієнта використання світлового потоку і метод питомої потужності.

Точковий метод.

Використовують для розрахунку нерівномірного освітлення: загального локалізованого, місцевого, похилих поверхонь, зовнішнього. Необхідний світловий потік освітлювальної установки визначають виходячи з умови, що в будь-якій точці освітленої поверхні освітленість повинна бути не меншою нормованої, навіть наприкінці терміну служби джерела світла.

Освітленість у контрольній точці робочої поверхні розраховують по формулі :

$$E_A = \frac{\Phi_{\lambda}}{1000} \cdot \frac{\mu}{k} \cdot \sum_{i=1}^{i=n} e_i, \quad (4)$$

де Φ_{λ} – фактичний світловий потік лампи, лм;

μ – коефіцієнт додатковий освітленості [2, 9];

k – коефіцієнт запасу [2, 9];

$\sum_{i=1}^{i=n} e_i$ – сумарна умовна освітленість розрахункової точки, створювана n

світильниками, у кожному з яких встановлена умовна лампа зі світловим потоком 1000 лм, лк.

Сумарна умовна освітленість що розраховується в точці може бути визначена як сума освітленостей від найближчих світильників або по довідкових кривих просторового світлового розподілу обраних світильників, або по кривих просторових ізолюкс.

По кривих світлового розподілу

$$\sum_{i=1}^{i=n} e_i = \frac{I_{\alpha 1} \cdot \cos^3 \alpha_1}{h_{p1}^2} + \frac{I_{\alpha 2} \cdot \cos^3 \alpha_2}{h_{p2}^2} + \dots + \frac{I_{\alpha n} \cdot \cos^3 \alpha_n}{h_{pn}^2}, \quad (5)$$

де α – кут між віссю світильника і розрахункової точки;

I_{α} – сила світла будь-якого світильника, що визначається по кривих світлового розподілу, кд;

Для прямого розрахунку за формулою (6) визначають потік лампи, прирівнявши освітленість до нормованого значення:

$$\Phi_{\lambda} = \frac{1000 E_{\min} K}{\mu \sum_{i=1}^{i=n} e_i}, \quad (6)$$

Розрахунок освітлювальної установки точковим методом проводять за наступною послідовністю:

- знаходять мінімальну нормовану освітленість;
- вибирають типи джерела світла і світильника, розраховують розміщення світильників по помешканню;
- на плані приміщення з зазначеними світильниками намічають контрольні точки, у яких освітленість може виявитися найменшою;
- розраховують умовну освітленість у кожній контрольній точці і точку з найменшою умовною освітленістю приймають за розрахункову;
- по довідкових таблицях встановлюють коефіцієнти запасу і додаткової освітленості;
- за формулою (6) знаходять світловий потік лампи;
- по світловому потоку з довідкових таблиць [2, 9, 10] вибирають найближчу стандартну лампу, світловий потік якої відрізняється від розрахункового не більш ніж на -10 або +20 %, і визначають її потужність;

- підраховують електричну потужність всієї освітлювальної установки.

У сумарну умовну освітленість включають освітленості від найближчих світильників. Віддаленими світильниками вважають такі, що створюють у розрахунковій точці освітленість менше 5 % освітленості від найближчих світильників [3].

Дуже важливо при обчисленні світлового потоку ламп правильно вибрати розрахункову точку. В якості її на освітлювальній поверхні, у межах якої повинна бути забезпечена нормована освітленість, беруть точку з мінімальною освітленістю. Таку точку варто брати в центрі поля або посередині однієї сторони крайнього поля – простору, обмеженого чотирма найближчими світильниками. При цьому не рекомендують вибирати точки біля стін і в кутах приміщення. Якщо в цих точках є робочі місця, то освітленість у них можна довести до норми, збільшуючи потужність найближчих світильників або встановлюючи додаткові.

Якщо розміри світильника є співрозмірними з відстанню до розрахункової точки, то вищенаведений метод розрахунку використовувати не можна. Для спрощення розрахунків освітленості від світлових ліній положення розрахункової точки вибирається так, щоб її проекція на площину розміщення світлової лінії співпала з проекцією кінця світлової лінії на розрахункову площину.

Якщо довжина лампи є меншою ніж 0,2 розрахункової висоти, то лінійні джерела приймають за точкові. Розрахунок ОУ із світловими лініями здійснюється за формулою (7)

$$\Phi_{Л} = \frac{1000 E_{\min} k h_p}{\mu \sum_{i=1}^{i=n} e_i}, \quad (7)$$

де $\sum_{i=1}^{i=n} e_i$ – сума умовних відносних освітленостей у розрахунковій точці, обумовлених по графіках лінійних ізолюкс [2, 9, 10].

Коли точка знаходиться навпроти частини ламп, що світить, то лінію розбивають на дві частини так, щоб точка була навпроти кінця обох частин. Освітленість у точці визначають як суму освітленостей від обох частин лінії. Коли точка перебуває за межами лінії, що світить, то лінію продовжують так, щоб точка виявилася навпроти її кінця. Умовну освітленість у точці знаходять як різницю освітленостей від лінії з доданою ділянкою і від доданої ділянки.

Якщо відстань між світильниками в ряду менше половини розрахункової висоти, то ряд варто розглядати як неперервний, тобто потік розраховують без урахування розривів. При великих розривах освітленість у контрольній точці обчислюють як суму всіх неперервних ділянок світильників.

Метод коефіцієнта використання світлового потоку.

Метод застосовують для знаходження середньої освітленості. Для розрахунку локалізованого освітлення, освітлення похилих і вертикальних поверхонь використовувати його не можна через велику похибку одержуваних результатів.

$$E = \frac{\Phi_{\text{л}} N \eta}{z A k}, \quad (7)$$

де $\Phi_{\text{л}}$ – світловий потік лампи, встановленої у світильнику, лм;

N – число світильників, що освітлюють поверхню;

η – коефіцієнт використання світлового потоку;

z – коефіцієнт мінімальної освітленості;

A – площа поверхні, яка освітлюється

k – коефіцієнт запасу.

Цей вираз використовують для визначення освітленості при перевірочних розрахунках. При прямому розрахунку з формули (7) знаходять світловий потік лампи, що необхідно встановити у світильник, щоб на розрахунковій поверхні була створена освітленість не нижче нормованої E_{min} :

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{E_{\text{min}} A k z}{N \eta}, \quad (8)$$

Коефіцієнт використання світлового потоку, який входить в формулу, вибирають по довідкових таблицях [3, 9, 10] в залежності від типу світильника, його ККД і характеру світлового розподілу, коефіцієнтів відбивання стелі, стін і робочої поверхні і від розмірів і форми приміщення, які враховуються індексом приміщення

$$i = \frac{a \cdot b}{\left[h_p (a + b) \right]}, \quad (9)$$

Наближені значення коефіцієнтів відбивання для різноманітних приміщень приведені в довідкових таблицях [2, 9].

Послідовність розрахунку освітлювальної установки методом коефіцієнта використання світлового потоку:

- знаходять нормовану освітленість;
- вибирають тип і число світильників, місце їх розміщення на плані;
- визначають коефіцієнти відбивання елементів приміщення, індекс приміщення,
- по довідкових таблицях знаходять коефіцієнт використання світлового потоку, коефіцієнти запасу і мінімальної освітленості;
- по формулі (9) розраховують світловий потік лампи;
- по довідкових таблицях підбирають найближчу стандартну лампу, світловий потік якої відрізняється від розрахункового не більш ніж на -10... +20 %, і
- обчислюють потужність освітлювальної установки.

Метод питомої потужності.

Застосовують для розрахунку потужності освітлювальних установок при загальному рівномірному освітленні горизонтальних поверхонь. Під питомою потужністю розуміють відношення сумарної потужності джерел світла до площі поверхні, що освітлюється. Цей спосіб розроблено на основі методу коефіцієнта використання світлового потоку, дає більш просте вирішення задачі, але менш точне. В його основі лежить формула:

$$P_{\text{Л}} = P_{\text{пит}} A / N \quad (10)$$

де $P_{\text{Л}}$ – потужність лампи, Вт;

$P_{\text{пит}}$ – питома потужність, Вт/м²;

A – площа приміщення, м²;

N – число ламп в освітлювальній установці.

Питома потужність освітлювальної установки є функцією перемінних: нормованої освітленості, коефіцієнта використання світлового потоку, типу джерела світла, типу і розміщення світильників, розмірів приміщення, коефіцієнтів відбиття його поверхонь.

2.2. Електротехнічна частина проекту

2.2.1. Вибір напруги і джерела живлення

Джерелами живлення освітлювальних установок сільськогосподарських об'єктів частіше усього служать трансформаторні підстанції, що живляться від енергосистем, а в окремих випадках місцеві електричні станції. Причому вони спільні для освітлювальних і силових навантажень.

Для живлення установок місцевого освітлення в приміщеннях без підвищеної небезпеки застосовують напругу до 220 В, із підвищеною небезпекою – до 42 В від спеціальних понижуючих трансформаторів..

2.2.2. Вибір місць введення й установки щитків.

Освітлювальні щитки варто розташовувати поблизу основного робочого входу в будинок; по можливості в центрі навантажень; у місцях, зручних для обслуговування і зі сприятливими умовами середовища, недоступних для випадкових ушкоджень (щоб були помітні хоча б частково керовані світильники); з урахуванням підходу повітряних ліній.

Живлення робочого освітлення повинно бути від окремого введення. Проте припускається живлення освітлювальних щитків від спільного із силовим навантаженням введення за умови, що лінія, що живить, забезпечить на уведенні відхилення напруги від номінального, що не виходять за допустимі межі ± 5 і $-2,5$ % [7].

2.2.3. Компонування освітлювальної мережі

Після розміщення освітлювальних щитків усі світильники поділяють на групи. При цьому все навантаження спочатку поділяють рівномірно на трьох частини (по числу фаз мережі, що живить,), а потім навантаження кожної фази поділяють на групи з урахуванням рекомендацій [2]: кожна групова лінія повинна мати на фазі не більш 20 світильників із лампами розжарення, ДРЛ, ДРИ,

натрієвими і не більш 50 світильників із люмінесцентними лампами; групові лінії доцільно виконувати однофазними в житлових, адміністративних і побутових приміщеннях невеличкої площі або потужністю до 200 Вт, а також у приміщеннях із малим числом світильників із люмінесцентними лампами; кожна групова лінія з лампами розжарення потужністю до 500 Вт, люмінесцентними лампами і штепсельними розетками повинна бути захищена автоматом або запобіжником на струм не більш 25 А, а лінії з лампами розжарення потужністю понад 500 Вт або з лампами ДРЛ - не більш 63 А; світильники чергового й аварійного освітлення об'єднують в окремі самостійні групи: аварійна група або від окремого джерела живлення, або безпосередньо від введення в будинок; чергова група від системи спільного освітлення; у житлових і суспільних будинках до однофазних груп освітлення сходів, коридорів і холів, горищ припускається приєднувати 60 ламп розжарення потужністю до 60 Вт кожна; штепсельні розетки в житлових приміщеннях встановлюють по одній на кожні 6 м² житлової площі і на 10 м² площі коридорів, а так до трьох розеток на кухню. Потужність розетки приймають рівну потужності що підключається, або 500 Вт.

На плані об'єкта наносять групові щитки, вимикачі, штепсельні розетки. Після цього струмоприймачі, виділені в групи, з'єднують груповими лініями і для кожної групи складають розрахункову схему. У схемі вказують довжини ділянок від щитка до розгалужень і між струмоприймачами а також потужності струмоприймачів. Всі схеми повинні бути приведені в записці.

2.2.4. Вибір марки проводу і засобу прокладки освітлювальної мережі

Марку проводів освітлювальної мережі і засіб їхньої прокладки знаходимо відповідно до умов навколишнього середовища [7, 9].

2.2.5. Розрахунок площі перетину проводів освітлювальної мережі

Розрахунок і вибір перерізу проводів освітлювальної мережі забезпечують: відхилення напруги в джерел світла в допустимих межах; нагрів проводів не вище допустимої температури; достатня механічна міцність проводів.

Тому переріз проводів звичайно розраховують по допустимій втраті напруги, а потім перевіряють по нагріванню і механічній міцності. При цьому індуктивний опір проводів внутрішніх освітлювальних мереж можна не враховувати. Індуктивний опір освітлювального навантаження не враховують, тому що коефіцієнт потужності не нижче 0,9.

Площа перетину проводів, мм²,

$$q = \sum_{i=1}^{i=n} M_i / c \Delta u \% = \sum_{i=1}^{i=n} p_i L_i c \Delta u \% , \quad (11)$$

де $\sum_{i=1}^{i=n} M_i$ – сума електричних моментів навантаження, кВт·м;

c – коефіцієнт, що залежить від напруги, матеріалу проводів і одиниць виміру вхідних у формулу (19) розмірів (визначають по довідкових таблицях [9, 11]);

Δu – розрахункова допустима втрата напруги, %.

Для внутрішніх освітлювальних мереж при номінальній напрузі на введенні допустима втрата дорівнює 2,5 %, крім житлових будинків, для котрих це значення, як і для зовнішнього й аварійного освітлення дорівнює 5%.

Звичайно рекомендують із приведених значень допустимої втрати напруги залишати 0,2...0,3 % на втрати введення в приміщення, У мережах напругою до 42В втрата напруги припускається 10%, рахуючи від вторинних виводів понижувальних трансформаторів.

У загальному випадку допустиму втрату напруги в освітлювальних мережах розраховують в залежності від рівнів напруги на шинах джерела живлення і у найбільше віддалених ламп, потужності трансформатора, ступеня його завантаження і коефіцієнта потужності приймачів або визначають по довідкових таблицях [9].

Площа перерізу, в мм^2 , проводів мережі, у якої на магістральних ділянках і відгалуженнях різноманітне число проводів, знаходять за формулою:

$$q = \sum_{i=1}^{i=n} M_i + \sum_{j=1}^{j=k} \alpha_j m_j \quad c \Delta u \% , \quad (12)$$

де $\sum_{i=1}^{i=n} M_i$ – сума моментів розрахункового і всіх наступних ділянок із тим же числом проводів, кВт·м;

$\sum_{j=1}^{j=k} \alpha_j m_j$ – сума приведених моментів усіх наступних відгалужень із числом

проводів, відмінним від що розраховується ділянки, кВт·м;

α – коефіцієнт приведення моментів, що залежить від числа проводів що розраховується ділянки і ділянок відгалужень [9,11].

Потім цей переріз перевіряють на механічну міцність:

$$q \geq q_{дон} \quad (13)$$

де q – обрана площа перетину проводу, мм^2 ;

$q_{дон}$ – допустима для даного виду мережі і прийнятого засобу прокладки площа перетину проводу, мм^2 .

Остаточно обрана площа перетину повинна бути не менша розрахункового значення і задовольняти умови по механічній міцності та струму нагріву.

Після вибору площі перетину проводів визначають повні втрати напруги в кожній групі від уведення до найбільше віддаленого джерела світла.

2.2.6. Вибір щитків, комутаційної і захисної апаратури.

Освітлювальні щитки вибирають із довідкових таблиць [2, 9] за умовами навколишнього середовища, у яких їм має бути працювати; конструктивному виконанню в залежності від схеми мережі і числа груп, що відходять; апаратурі управління і захисти, встановленої в щитку.

Всі освітлювальні установки повинні бути захищені від короткого замикання. Від перевантажень повинні мати захист мережі: усередині приміщень, прокладені відкрито проводом із горючою оболонкою; у пожежних і вибухонебезпечних приміщеннях; житлових і суспільних будинках, торгових і службово-побутових приміщеннях, промислових і сільськогосподарських підприємствах.

Захист від ненормальних режимів здійснюється плавкими запобіжниками або автоматами з тепловими або комбінованими розмикачами. Автомати з миттєво діючими розмикачами для захисту освітлювальних мереж не застосовують [3, 7, 9].

У групових освітлювальних мережах використовують автомати з тепловими розмикачами, у мережах, що живлять – автомати з комбінованими розмикачами.

Струми, установок автоматів або плавких вставок запобіжників розраховують по співвідношенню:

$$I_3 \geq \kappa_3 I_p \quad (14)$$

де I_3 – струм апарата захисту, А;

I_p – розрахунковий струм групи, що захищається, А;

κ_3 – відношення номінального струму плавкої вставки або установки теплового розмикача автомата до робочого струму лінії.

Надійність спрацьовування апарата захисту перевіряють по співвідношенню його номінального струму і струму короткого замикання наприкінці світлювальної лінії [7]. Відповідно до ПУЕ можна не розраховувати струм короткого замикання і не визначати його кратність, якщо стосовно довгостроково допустимого струмам проводів мережі апарати захисту мають кратність своїх номінальних струмів не більше 3 при плавких запобіжниках; 4,5 при електромагнітних і 1 при теплових розмикачах. Для більшості освітлювальних установок ці умови виконуються.

Захисні апарати і комутаційна апаратура входять у комплект щитків. Якщо ж вони некомплектні, то апаратуру захисту вибирають по довідкових таблицях [2,9].

2.2.8. Рекомендації по монтажі і заходи щодо техніки безпеки

Для проектованої освітлювальної установки необхідно конкретно викласти особливості монтажу окремих її елементів і вузлів і зазначити організаційні і технічні рекомендації по безпечному здійсненню цих робіт. Крім того, у пояснювальній записці повинні бути приведені рекомендації по захисту персоналу що експлуатує й обслуговує дану установку від ураження електричним струмом при заміні ламп і очищенню арматури, періодичних оглядах, контрольних вимірах освітленості, вимірах ізоляції, ремонтах і ревізіях.

2.2.9. Специфікація

Проект будь-якої електротехнічної установки закінчується кошторисним-фінансовим розрахунком. При навчальному проектуванні кошторисні-фінансові розрахунки обмежуються специфікацією. Специфікацію на устаткування і матеріали для проектованої освітлювальної установки складають по стандартній формі.

Перелік елементів у специфікації повинний починатися зі значних вузлів і устаткування (щитки, що понижають освітлювальні трансформатори, автомати, реле і т.д.), включати всі елементи освітлювальної установки і закінчуватися такими, як ізоляційні матеріали, металеві і монтажні вироби (коробки, скоби).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.

- Гуторов М. М. Основи світлотехніки і джерела світла. - М.: Энергоатомиздат, 1983, 384 с.2
- Жилинський Ю.М., Кумін В. Д. Електричне освітлення й опромінення. - М.: Колос. 1982,272 с.3.
- Кнорринг Г. М. Осветительные установки. - Л.: Энергоиздат, 1961. 284с. 4.
- Кожевникова Н.Ф., Алферов Л. К., Лямцов А. К. Застосування оптичного випромінювання у тваринництві. - М.: Россельхозиздат, 1987, 88 с.5.
- Лямцов А. К., Тищенко Г. А. Электроосветительные й облучательные установки. - М.: Колос, 1983,224 с.
6. Галузеві норми освітлення сільськогосподарських підприємств, будинків, споруд. - М.: Колос, 1980,22 с.
7. Правила устроїв електроустановок. - М.: Энергоатомиздат, 1987,640 с.
8. СНИП п-4-79. Природне і штучне освітлення. Норми проектування. - М.: Стройиздат, 1979,48 с.
9. Довідкова книга для проектування електричного освітлення / Під ред. Г.М. Кнорринга. - Л.: Енергія, 1976, 384 с.
10. Довідкова книга по світлотехніці / Під ред. Ю. Б. Айзенберга - М.. Энергоатомиздат, 1983, 472 с.
11. Тульчин И. К., Нудлер Г. И. Электричні мережі житлових і суспільних будинків. - М.: Энергоатомиздат, 1983, 304 с.
12. Електричні установки інфрачервоного випромінювання у тваринництві. Бібліотека світлотехніка. Вип. 7. - М.: Энергоиздат, 1981,150 с.
-