

В.О. Салтиков

ПРОЕКТУВАННЯ, МОНТАЖ І ЕКСПЛУАТАЦІЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК

В.О. Салтиков

ПРОЕКТУВАННЯ, МОНТАЖ І ЕКСПЛУАТАЦІЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК



КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

*(для студентів спеціальності «Світлотехніка
і джерела світла»)*

Харків • ХНУМГ • 2017

УДК 628.9

Рецензент:

Долматова Н.В. (ЗАО Харківський інститут Промтрансprojekt».)

Салтиков В.О.

Проектування, монтаж і експлуатація освітлювальних установок.

Конспект лекцій / для студентів спеціальності - Світлотехніка і джерела світла/.
– Харків: ХНУМГ, 2017. – 80 с.

Конспект лекцій містить основні відомості з проектування електричної частини освітлювальних установок, розглянуті найживаніші схеми електропостачання промислових підприємств і суспільних будівель, методи побудови і розрахунку живлячих і групових мереж, а також питання конструктивного виконання мереж і експлуатації електричного освітлення.

Призначений для студентів спеціальності « Світлотехніка і джерела світла».

УДК 628.9

© Харків, ХНУМГ, 2017

ТЕМА 1. ПРОЕКТУВАННЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК

1.1. З історії проектування

На початку минулого сторіччя проектування і монтаж електротехнічних установок, у тому числі електричного освітлення, виконували окремі, переважно іноземні фірми. У 1925 р. був утворений Державний електротехнічний трест (ДЕТ), перетворений в 1929 р. у Всесоюзне електротехнічне об'єднання (ВЕО).

До складу ДЕТ і ВЕО входили діючі на той час заводи електротехнічної промисловості, проектні контори й електромонтажні організації. На цей період відноситься організація контор з проектування електроустановок, в яких намітилася певна спеціалізація проектувальників - електриків: проектування підстанцій, силового електроукомплектування і електричного освітлення виконувалося в різних групах. Такі контори були створені в Москві, Ленінграді, Харкові, Свердловську, тобто там, де йшло масове будівництво промислових підприємств.

У 1931 р. на базі цих проектних і монтажних контор у складі ВЕО була створена крупна проектно – монтажна організація під назвою «Електропром» з відділеннями в Москві, Ленінграді, Харкові, Свердловську.

У відділеннях «Електропрому» були спеціалізовані відділи: підстанцій, металургійний, загальнопромисловий, світлотехнічний, монтажний та інші.

До 1941 р. світлотехнічними відділами відділень «Електропрому» було виконано багато проектів освітлення крупних об'єктів перших п'ятирічок: Харківського тракторного заводу, Новокузнецького металургійного комбінату, автомобільного заводу імені Лихачева, першої черги Московського метрополітену, бібліотеки імені Леніна, Всесоюзної сільськогосподарської виставки 1939 року та багато інших проектів промислових підприємств і крупних суспільних і житлових будівель.

У цей час розвивається світлотехнічна наука. У 1933 р. вийшла книга П.Ф. Надеждіна і С.В. Френкеля «Методи світлотехнічних розрахунків», у 1935 р. – “Довідник з освітлювальної техніки” за редакцією Л.Д. Белькінда. У 1938 році вийшов першим виданням “Справочник для проектирования электрического освещения” Г.М. Кноррінга (який потім перевидавався 8 разів, останні два видання як «Довідкова книга для проектування електричного освітлення»). З 1932 р. виходить журнал «Світлотехніка», який надає багато уваги і питанням проектування освітлення.

Незадовго до початку ВОВ була проведена реорганізація проектних і електромонтажних організацій. Замість «Електропрому» були створені

електромонтажні трести, при яких утворені проектні контори. Найкрупніші з них розміщувалися в Москві, Ленінграді, Харкові, Свердловську. Вони підпорядковувалися Народному Комісару з будівництва.

У воєнні роки були розроблені норми проектування освітлення на цей період.

У 1952 р. на базі проектних контор при електромонтажних трестах був організований Державний проектний інститут «Тяжпромелектропроект» (ГПі ТПЕП) як головна організація в країні в області проектування електрифікації промислових підприємств.

У 1954 р. з ТПЕП виділився як самостійна організація ГПі «Електропроект». У 1957 р. утворений Український державний проектний інститут «Тяжпромелектропроект» (УГПі ТПЕП) в м. Харкові з відділенням в м. Києві й ГПі «Електротяжхімпроект» в м. Дніпропетровську.

У цей же період в різних містах країни створюються проектні організації по галузях народного господарства і промисловості. Так, в Харкові до кінця 80-х років було більше 20 інститутів і проектних організацій, в яких були або світлотехнічні відділи, або бригади в електротехнічних відділах. У 90-х роках багато проектних інститутів припинили своє існування і світлотехнічні відділи і бригади були розформовані.

У даний час у зв'язку з поживавленням в будівельній галузі виникає потреба в розробці проектів, у тому числі електричного освітлення, що викликає необхідність відновлення світлотехнічного проектування.

1.2. Організація і методика проектних робіт

Здійснення нових освітлювальних установок і реконструкція діючих виконуються за проектами, що розробляються відповідними організаціями або безпосередньо підприємствами.

Хоча проекти освітлення часто входять в загальний комплекс проектів електроустаткування, світлотехнічне проектування специфічне і повинне, як правило, виконуватися фахівцем. Тому в невеликих проектних організаціях для цього виділяються окремі особи; у крупних – спеціальні бригади; в електротехнічних інститутах - відділи або сектори. У крупних відділах можлива подальша спеціалізація: освітлення виробничих будівель, зовнішнє освітлення, освітлення суспільних будівель та ін.

Для якісного виконання проекту електричного освітлення необхідна хороша забезпеченість керівною, довідковою і інформаційною літературою, зокрема ПУЕ, СНіП, СН, ВСН, ДБН, галузевими нормами, каталогами виробів, номенклатурою заводів та ін.

Велике значення мають типові проекти. Це можуть бути проекти як загального характеру, так і з окремих вузлових питань освітлення.

При проектуванні повинна приділятися серйозна увага конструктивному вирішенню окремих вузлів освітлювальної установки.

У цілях найбільшої індустріалізації електромонтажних робіт треба у всіх можливих випадках застосовувати конструктивні елементи, що випускаються заводами з компоновкою їх у можливо великі вузли. Наприклад, вузол установки світильника з лампою ДРЛ, ДРІ, ДНаТ на фермі, включаючий пристрій кріплення до неї, кронштейн, ПРА, ІЗУ і сам світильник.

Після закінчення проекту рекомендується скласти «паспорт», в якому фіксуються підсумкові й питомі показники - повна і питома потужність, витрата провідникового матеріалу на один світильник, вартість установки 1 кВт і т.д. Такі показники дозволяють не тільки критично оцінити даний проект, але й можуть бути використані для попереднього визначення вартості, потужності й потреби в матеріалах і устаткуванні в подальших роботах.

Проектування освітлювальних установок підпорядковане положенням, прийнятим в СНіП 1.02.01 - 85 «Інструкція про склад, порядок розробки, узгодження і затвердження проектно-кошторисної документації на будівництво підприємств, будівель і споруд».

Проектно-кошторисна документація розробляється в одну або дві стадії. В одну стадію розробляється робочий проект (РП), у дві – проект (П) і робоча документація (РД).

Стадійність проектування визначається на підставі рішень, прийнятих в передуючих проектуванню: техніко-економічних обґрунтовуваннях (ТЕО) і техніко-економічних розрахунках (ТЕР) на будівництво.

Для підприємств, будівель і споруд, будівництво яких здійснюватиметься за типовими і повторно вживаними проектами, проекти реконструкції діючих установок і проекти технічно нескладних об'єктів виконуються найчастіше в одну стадію - розробляється робочий проект (РП) із зведеним кошторисним розрахунком.

Для крупних складних і унікальних об'єктів будівництва виконується двостадійне проектування.

Завданням для виконання проектів ОУ є будівельні плани й розрізи будівлі з вказівкою призначення приміщень (АР); плани й розрізи з вказівкою розміщення виробничого устаткування і його експлуатації (технологічні креслення - Т); креслення металевих (КМ) і залізобетонних (КЖ) конструкцій; опалювання і вентиляція (ОВ); водопроводів і каналізації (ВК).

ТЕР і ТЕО, як правило, обмежуються короткою запискою пояснення з викладом основних положень, визначенням загальної вартості й кошторисно-фінансовим розрахунком, в якому загальна вартість установки визначається множенням встановленої потужності на певну за даними проектів-аналогів вартість 1 кВт.

Завдання П (проекту) - ухвалення основних рішень і визначення остаточної вартості установки. До складу П входять: записка пояснення; відомість основних технічних показників; заявочна відомість на електроустаткування, кабельні вироби й основні матеріали; план-схема внутрішньої живлячої мережі й план зовнішньої мережі; основні будівельні завдання; кошторис.

У відомості основних показників для кожного крупного приміщення або для групи однотипних або дрібних приміщень указується площа; переважна освітленість; переважний тип світильників; питома і встановлена потужність; число світильників загального і місцевого освітлення; число контактних роз'ємних з'єднань; переважний вид проводки.

Світлотехнічні дані визначають на підставі фрагментарних розрахунків або проектів-аналогів; на підставі проектів-аналогів визначають дані групової мережі, в повному об'ємі розраховується тільки живляча мережа. Заявочні відомості на стадії П складають укрупнено, наприклад, світильники для люмінесцентних ламп, світильники для вибухонебезпечних приміщень, дроти ізолювані перерізом від - до і т.п.

Кошторис складають в повному об'ємі.

1.3. Стадія робочого проектування

Проектування освітлювальних установок ділиться на три частини: світлотехнічну, електротехнічну і економічну. Такий розподіл досить умовний. У світлотехнічній частині розв'язуються питання вибору систем і видів освітлення, джерел світла, освітлювальних приладів і їх розміщення.

В електротехнічній частині ключовим є питання про розміщення групових щитків, потім komponують і наносять на план всі види мереж, і проводять розрахунок їх перетинів.

В обсяг робочих креслень входять такі основні документи:

1) пояснювальна записка, яка складається лише в тих випадках, коли необхідне обґрунтування або опис проектних рішень, підсумкові ж дані й пояснення монтажного характеру переважно дають безпосередньо на плані;

2) плани освітлювальної установки по всіх поверхах або майданчиках різних відміток, для зовнішнього освітлення - генеральний план;

3) розрізи по архітектурно складних будівлях із зображенням світильників і місць трасування мереж;

4) конструктивні креслення як індивідуальні, так і безоб'єктні,

5) схеми і план — схеми живлячих мереж, якщо ці мережі з усіма необхідними даними не можуть бути зображені на планах освітлювальної установки;

6) замовлені специфікації;

7) таблиця умовних позначень.

На планах освітлювальної установки показують:

- архітектурно – будівельну частину будівлі в спрощеному вигляді з вказівкою призначення кожного приміщення;
- контури основного устаткування, в окремих випадках з вказівкою його найменування;
- прийняті по кожному приміщенню значення освітленості;
- освітлювальні прилади з вказівкою типу, потужності й висоти установки;
- контактні роз'ємні з'єднання (розетки), вимикачі, трансформатори 12-36 В;
- групові мережі всіх призначень, щитки й живлячі мережі.

Особлива увага повинна приділятися маркуванню мереж. Для кожної їх ділянки повинні бути ясні перетин і число жил, марки кабельних виробів і спосіб прокладки, причому загальні або переважаючі для всього креслення дані можуть указуватися у примітках до плану.

Для того, щоб забезпечити рівномірне завантаження всіх фаз мережі на лініях повинні вказуватися номери груп. Це особливо важливо, оскільки тепер допускається зображувати групи одного виду освітлення, що прокладаються по загальній трасі, однією лінією.

Окремі елементи оформлення планів показані на рис. 1.1.

Зображення на планах освітлювальної мережі є одночасно і її однолінійною схемою, для правильного прочитання якої, у ряді випадків необхідно наголосити на числі провідників у лінії за допомогою зарубок (при двох дротах в лінії зарубки не наносять). З рис. 1.1,а видно, що один вимикач управляє двома лівими світильниками, другий - двома правими, а контактне роз'ємне з'єднання включено в мережу «напрямую». У випадку, показаному на рис.1.1,б число зарубок буде однаковим, коли спільно вимикаються два ліві світильники або два крайніх. На рис. 1.1,в вказаний номер живлячої групи (7), клас пожежобезпеки (П-1), освітленість (50 лк), тип світильника (ППР), потужність лампи (150 Вт), висота установки світильників (2,7 м), номер конструктивного вузла кріплення світильника (3), марка кабелю і його переріз (АНРГ 4 мм²). При відносно великому числі світильників на плані перед позначенням типу світильників може вказуватися також їх число, як показано на рис.1.1,г.

На рис. 1.1,д показано три варіанти маркування світильників з люмінесцентними лампами, встановленими в лінію. Якщо весь ряд світильників живиться однією групою, достатнє маркування показано для верхньої лінії, якщо в ряду виділені світильники аварійного освітлення, місця їх установки слід конкретизувати, як показано для середньої лінії, якщо необхідно пояснити як розподілені світильники між групами, номери груп треба вказувати хоча б у перших світильників (нижня лінія).

Замовлені специфікації повинні охоплювати все устаткування і матеріали, окрім дрібних допоміжних матеріалів і метизів.

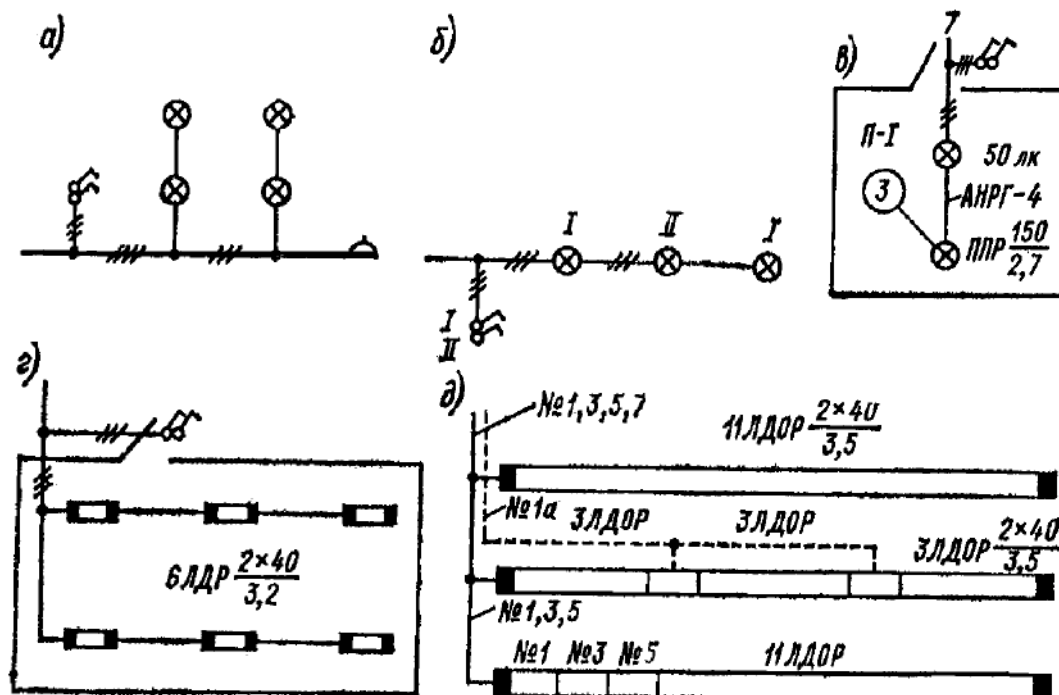


Рис. 1.1 - Елементи оформлення планів освітлювальних установок

Кількості повинні бути правильними і включати встановлений запас. Окремо складають специфікації устаткування, матеріалів і виробів, що підлягають виготовленню в майстерні електромонтажних заготовок, причому матеріали, з яких виконують ці вироби, повинні бути також враховані специфікацією.

При оформленні планів освітлювальних установок користуються таблицями умовних позначень.

ТЕМА 2. ВИМОГИ ДО ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЧАСТИНИ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК

2.1. Загальні положення

В електричній частині освітлювальних установок розглядаються питання побудови і експлуатації освітлювальних мереж. При побудові мереж розв'язують питання розподілу електричної енергії, конструктивного виконання мереж і їх монтажу і проводять розрахунок мереж. Зразкова схема передачі й розподілу енергії для освітлювальної установки подана на рис.2.1.

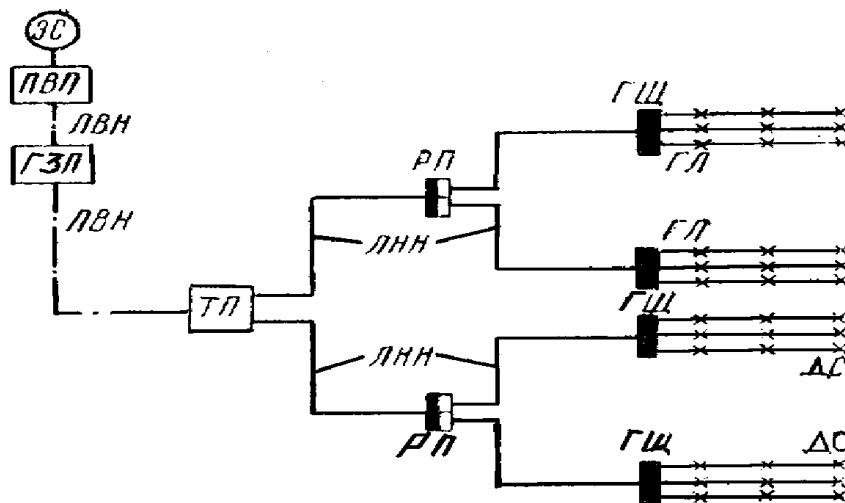


Рис.2.1 - Загальна схема розподілу електроенергії для освітлювальної установки:

ЕС – електрична станція; ПВП – підвищувальна підстанція; ЛВН – лінія високої напруги; ГЗП – головна знижувальна підстанція; ТП – трансформаторна понижуюча підстанція; ЛНН – живляча лінія низької напруги; РП – розподільний пункт живлячої мережі; ГЩ – груповий освітлювальний щиток; ГЛ – групова освітлювальна лінія; ДС – джерела світла.

Джерелом живлення служить електрична станція, що забезпечує електроенергією трансформаторні підстанції через лінії високої напруги. На трансформаторних підстанціях напруга знижується до споживацького рівня. Електрична мережа звичайно досить протяжна і може включати ділянки, що прокладаються як усередині приміщень, так і зовні будівель. Освітлювальна мережа усередині приміщень прокладається по стелях і стінах відкрито і всередині їх, а також може вмонтовуватися на тросах і в коробах.

Електричні освітлювальні мережі повинні забезпечувати:

- надійність дії освітлювальної установки,
- постійність напруги у джерел світла,
- індустріальність виконання монтажу і зручність експлуатації,
- пожежну безпеку,
- захист від ураження електричним струмом,
- економічність вибраного варіанта.

Питання електричної частини освітлювальної установки розглядаються, як правило, в наступній послідовності:

- вибір напруги, схем живлення і управління освітленням;
- вибір місць розташування і схем щитків; вибір траси мережі, роду проводки і способів її прокладки;

- розрахунок мережі; визначення заходів захисту від ураження електричним струмом і розрахунок цього захисту;
- вибір конструктивних рішень виконання мережі.

2.2. Надійність дії освітлювальної установки

Надійність дії є однією з головних вимог до електричних мереж і пристроїв. Перерви в подачі електроенергії і пов'язане з цим припинення дії освітлення можуть приводити до серйозних аварій і травматизму людей, недовипуску і браку продукції, до пожеж та ін. небажаних наслідків.

Правильно складена схема живлення при відповідному розрахунку мережі і її виконанні, а також при правильній експлуатації повинна виключити або зробити маловірогідними випадки можливого припинення дії освітлення. Надійність дії освітлювальних установок повинна забезпечуватися:

- надійними і одночасно простими схемами розподілу енергії і управління освітленням;
- розрахунками мережі, що гарантують необхідну напругу у джерел світла, пожежну безпеку, селективність роботи і механічну міцність мереж;
- правильними конструктивними рішеннями, що враховують характер середовища приміщень і особливості виробництва;
- добре організованою експлуатацією.

Основою надійності дії освітлення є влаштування двох його видів і живлення їх роздільними електричними мережами. Видами освітлення називаються частини освітлювальної установки, що розрізняються за своїм функціональним призначенням. Принципово існують два види освітлення: робоче і аварійне.

Робоче освітлення забезпечує необхідні умови при нормальному режимі роботи освітлювальної установки, воно обов'язкове у всіх приміщеннях і на відкритому просторі.

Різновидом робочого освітлення є охоронне освітлення, яке влаштовується по лінії меж територій промислових підприємств, а також територій деяких суспільних будівель, що охороняються.

Аварійне освітлення забезпечує мінімально необхідні освітлювальні умови при тимчасовому згасанні робочого освітлення у приміщеннях і на відкритих просторах або служить для безпечної евакуації людей з приміщень і з відкритого простору.

Безпечне освітлення треба влаштовувати, якщо раптове відключення робочого освітлення і пов'язане з цим порушення нормального обслуговування устаткування і механізмів може викликати:

- а) вибух, пожежу, отруєння людей;
- б) тривале порушення технологічного процесу;

в) порушення роботи таких об'єктів, як електричні станції; вузли радіо- і телепередач і зв'язку; диспетчерські пункти, пункти управління системами водопостачання, каналізації, теплофікації, вентиляція і кондиціонування повітря для виробничих приміщень, в яких неприпустиме припинення робіт; насосні установки водопостачання;

г) небезпека травматизму в місцях великого скупчення людей;

д) порушення нормального обслуговування хворих в операційних блоках, кабінетах невідкладної допомоги, в приймальних покоях лікувальних установ;

е) порушення режиму дитячих установ незалежно від числа людей, що знаходяться в них.

Евакуаційне освітлення треба влаштовувати:

а) в місцях, небезпечних для проходу людей, а також в основних проходах і на драбинах, що служать для евакуації людей з виробничих будівель, де працюють або перебувають більше 50 чоловік і в сходових клітках житлових будинків заввишки 6 поверхів і більше;

б) у виробничих приміщеннях з постійно працюючими в них людьми, де вихід людей з приміщень при раптовому відключенні робочого освітлення пов'язаний з небезпекою травматизму через продовження роботи виробничого устаткування;

в) у приміщеннях суспільних будівель і допоміжних будівель промислових підприємств, якщо в них можуть одночасно знаходитися більше 100 чол;

г) у виробничих приміщеннях без природного світла.

Правила влаштування електроустановок (ПУЕ) за ступенем надійності електропостачання підрозділяють всі електроприймачі (у тому числі освітлювальні установки) на три категорії:

електроприймачі 1 категорії – електроприймачі, перерва в електропостачанні яких може спричинити: небезпеку для життя людей; значний збиток народному господарству; пошкодження дорогого устаткування; масовий брак продукції; розлад складного технологічного процесу; порушення функціонування надважливих елементів комунального господарства. З електроприймачів 1 категорії виділяється особлива група електроприймачів, робота яких необхідна для безаварійної роботи виробництва з метою запобігання загрози життю людей, вибухів, пожеж і пошкоджень основного устаткування;

електроприймачі 2 категорії - електроприймачі, перерва в електропостачанні яких призводить до масового недовипуску продукції; масовим простоям виробництва, механізмів і промислового транспорту; порушенню нормальної роботи міських і сільських жителів;

електроприймачі 3 категорії - решта електроприймачів, що не підпадають під визначення 1 і 2 категорій.

Електроприймачі 1 категорії повинні забезпечуватися електроенергією від двох незалежних, взаємно резервуючих джерел живлення.

Для електропостачання особливої групи електроприймачів 1 категорії передбачається живлення від третього незалежного джерела живлення.

Незалежним джерелом живлення електроприймачів називається джерело живлення, на якому зберігається напруга при зникненні його на іншому або на інших джерелах живленні цих електроприймачів.

До числа незалежних джерел відносяться дві секції або системи шин однієї або двох електричних станцій і підстанції при одночасному дотриманні наступних двох умов:

1) кожна з секцій або систем шин, у свою чергу, має живлення від незалежного джерела;

2) секції (системи) шин не зв'язані між собою або мають зв'язок, що автоматично відключається при порушенні нормальної роботи однієї з секцій (систем) шин.

Як третє незалежне джерело живлення для особливої групи електроприймачів і як друге незалежне джерело живлення для інших електроприймачів 1 категорії можуть бути використані місцеві електричні станції, електростанції енергосистем, спеціальні агрегати безперебійного живлення (дизель-генератори), акумуляторні батареї і т.п.

Електроприймачі 2 категорії рекомендується забезпечувати електроенергією від двох незалежних, взаємно резервованих джерел живлення.

Для електроприймачів 2 категорії при порушенні електропостачання від одного з джерел живлення допустимі перерви в електропостачанні на якийсь час, необхідне для включення резервного живлення.

Для електроприймачів 3 категорії електропостачання може бути виконано від одного джерела живлення за умови, що перерви в електропостачанні, необхідні для ремонту або заміни пошкодженого елемента системи електропостачання, не перевищують однієї доби.

2.3. Постійність напруги у джерел світла

Джерела світла призначені для роботи при вказаній для них номінальній напрузі. При напругах, відмінних від номінальної, характеристики джерел світла і ПРА змінюються. Особливо помітно впливає зміна напруги на термін служби ламп і ПРА, а також на світловий потік ламп розжарювання.

Допустимі відхилення напруги на освітлювальних приладах повинні відповідати вимогам ГОСТ 13109-87 «Електрична енергія. Вимоги до якості електричної енергії в електричних мережах загального призначення». Допускаються наступні відхилення напруги: у джерел світла, незалежно від їх типу, - не нижче 97,5% і не вище 105% номінальної напруги ламп. Зважаючи на важкість дотримання даної вимоги для житлових будівель і зовнішнього освітлення, виконуваного світильниками, у вказаних випадках допускається знижувати напругу у самих віддалених ламп до 95% номінальної.

Крім тривалих відхилень напруги, в освітлювальних установках можуть виникати короточасні швидкі відхилення - так звані коливання напруги, найчастіше обумовлені пуском або режимом роботи достатньо потужних електросилових споживачів, які живляться від загальних з джерелами світла трансформаторів або мереж. Ці коливання викликають коливання освітленості, які можуть призвести до стомлення зору і організму в цілому.

ПУЕ встановлюють наступні вимоги до коливань напруги: зміни напруги до 1,5% допускаються без обмеження частоти, зміни 1,5 - 4% повинні відбуватися не більше 10 разів на годину, а зміни більше 4% - не частіше одного разу на годину.

2.4. Індустріальність виконання монтажу і зручність експлуатації

Індустріальним виконанням електромонтажних робіт вважається таке, при якому найбільшою мірою використовуються заводські вироби, а при їх відсутності необхідні роботи заготовок проводяться у спеціалізованих майстернях. При цьому електромонтажні роботи на споруджуваному об'єкті зводяться до збирання електроконструкцій, вузлів установки і до електричних з'єднань елементів проводки.

Заготовка різних каналів, борозен, отворів, ніш і отворів у будівельних конструкціях на місці виробництва електромонтажних робіт звичайно вельми трудомістка і коштує дорого, тому така заготовка повинна проводитися своєчасно при виготовленні будівельних елементів на домобудівних комбінатах. Для забезпечення даної вимоги світлотехніки повинні завчасно видавати будівельникам необхідні завдання.

Ухвалювані рішення щодо виконання електричної частини безпосередньо впливають на можливий ступінь індустріалізації електромонтажних робіт і тим самим на терміни будівництва, зважаючи на що питання індустріалізації як світлотехнічної, так і електротехнічної частин освітлювальної установки повинні передбачатися своєчасно.

Нормальна робота освітлювальних установок можлива тільки за наявності умов їх зручного обслуговування. Без таких умов у процесі експлуатації не будуть гарантовані задані нормами й певні освітлювальні умови, надійність дії установки, її електрична і пожежна безпека. Проста і зручна експлуатація освітлювальної установки визначається логічністю і стрункістю ухвалених рішень по схемі живлення і розташуванню освітлювального електроустаткування, доступністю частин установки, що вимагають обслуговування, і легкою за зміною елементів, що виходять з ладу. Зручності експлуатації повинні враховуватися вже при вирішенні питань розподілу живлення, управління освітленням і при виборі конструктивного виконання мереж.

2.5. Пожежна безпека

Перегрів проводів і кабелів, апаратів і освітлювальних приладів, погані контакти в електричному ланцюзі, іскри і дуги можуть бути причиною пожежі. В освітлювальних мережах така небезпека особливо значна через велику загальну протяжність і розгалуженість мережі, велику кількість світильників і дрібних настановних апаратів.

Збереження ізоляції проводів і пожежна безпека проводок гарантуються обмеженням граничної температури жил наступними значеннями:

для ізольованих проводів і кабелів з гумовою або поліхлорвініловою теплостійкою ізоляцією.....65 °C

для кабелів до 1 кВ з паперовою ізоляцією.....80 °C

для голих проводів.....70 °C

Вказаним температурам відповідають гранично допустимі струмові навантаження на проводи і кабелі для різних умов прокладки мережі, що регламентуються ПУЕ.

Величина перегріву жили пропорційна квадрату струму. Таким чином, якщо при гранично допустимому за нормами навантаженні на провід I_n відомий перегрів, то при будь-якому струмі I_x відповідний перегрів τ_x може бути визначений із співвідношення

$$\tau_x = \tau_v (I_x/I_n)^2 \quad (2.1.)$$

Вважаючи τ_v і I_n заданими ПУЕ, можна встановити температуру жил проводів при інших значеннях струмів навантаження, а також нові допустимі навантаження I_x при значеннях температури навколишнього середовища, що змінилися.

Треба враховувати, що кожні додаткові 8°C нагріву прискорюють старіння ізоляції вдвічі.

Прискорення старіння ізоляції, а іноді і її загоряння відбуваються також при короткочасних перегрівах внаслідок коротких замикань.

Для автоматичного відключення мережі при перевантаженнях і коротких замиканнях служать плавкі запобіжники і автомати з тепловими й електромагнітними струмовими реле.

Поверхні світильників і апаратів при роботі не повинні перегріватися, що особливо важливо в пожежо- і вибухонебезпечних приміщеннях.

З погляду пожежної безпеки відіграє також роль надійність контактів (особливо при алюмінієвих дротах), вибір апаратів і приладів відповідно до умов середовища, дотримання нормативних відстаней у проводках і стан ізоляції.

Рівень ізоляції мережі на ділянці між двома будь-якими апаратами захисту або на ділянці за крайнім апаратом захисту не повинен знижуватися у процесі

експлуатації до значення меншого 0,5 МОм (при знятих лампах і включених комутаційних апаратах).

2.6. Захист від поразки електричним струмом

Багато елементів освітлювальної мережі доступні для дотику і можуть бути джерелом небезпеки, яка в більшій мірі визначається умовами середовища і конструкцією приміщення, бо від них залежить опір людини в ланцюзі струму (особливо в місці контакту провідника з тілом) і, отже, величина протікаючого струму. Опір тіла людини в нормальних сприятливих умовах середовища перевищує 100000 Ом, але може знизитися до 600 – 1000 Ом при зволоженій шкірі, рясному потовиділенні в жарких приміщеннях, при роз'їданні шкіри кислотами і засміченні пор пилом, порізах і т.п. Істотний вплив на величину струму, що протікає через тіло людини, чинить опір підлоги, змінний у широких межах (наприклад, опір сухої дерев'яної торцевої підлоги досягає 10 МОм, а плиткової підлоги - не перевищує 500 Ом).

Небезпека поразки струмом виникає при одночасному дотику до струмоведучих частин і металевих заземлених предметів.

Всі приміщення за ступенем небезпеки поразки електричним струмом діляться на три категорії.

Приміщення без підвищеної небезпеки - що не мають ознак підвищеної або особливої небезпеки, зокрема конторські приміщення з непровідними підлогами, житлові кімнати і т.п.

Приміщення з підвищеною електробезпекою, що характеризуються наявністю однієї з наступних ознак: вологості (відносна вологість тривало перевищує 75%); провідного пилу; добре провідних до струму підлог (металеві, земляні, залізобетонні, цегляні і т.п.); температури понад 30 °С; можливості одночасного дотику людей до струмоведучих частин і до заземлених предметів.

Приміщення з найвищою електробезпекою - особливо сирі, - відрізняються близькою до 100% відносною вологістю повітря (стеля, підлога, стіни і предмети в приміщенні вкриті вологою); з хімічно активним середовищем або що мають одночасно дві або більше ознак підвищеної небезпеки.

В освітлювальних установках повинні вживатися заходи для захисту від дотику до струмоведучих частин, а також заходи, що роблять безпечними дотики до провідних, нормально неструмоведучих частин установки в аварійних режимах.

Ступінь небезпеки дії електричного струму визначається його величиною і тривалістю протікання.

При тривалому протіканні (більше 1 сек) через тіло людини струму промислової частоти (50 - 60 Гц) порядку 10 мА серце і органи дихання ще не одержують помітних травм, а судоми рук, що починаються, дозволяють самостійно звільнитися від міцно охоплених ними електродів. Якщо збільшити

струм до 20 – 25 *мА*, то без сторонньої допомоги звільнитися від електродів вже не можна. Струм 50-80 *мА* приводить до паралічу дихання, а струм 80 – 100 *мА* при тривалості протікання більше 3 сек. викликає параліч серця.

Безпечним для людини можна визнати лише струм порядку 10 *мА*, коли ще можливо без сторонньої допомоги звільнитися від охоплених рукою частин установки.

При струмі більше 20 *мА* в мережах з достатньо більшою, вище 65 В, напругою людина не зможе самостійно розірвати електричний ланцюг, а протікаючий струм зростатиме до смертельно небезпечного значення через зниження перехідного опору внаслідок нагріву і місцевого пробою шкіри.

При дуже короткочасному проходженні струму його дія на організм помітно послаблюється.

ТЕМА 3. ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК

3.1. Джерела живлення

Живлення електричного освітлення, як правило, проводиться від загальних для освітлювальних і силових навантажень трансформаторів з нижньою напругою 400/230 В (напруга мережі 380/220 В). Живлення освітлювальних установок промислових підприємств допускається виконувати від силових трансформаторів з нижньою напругою 690/400 В (напруга мережі 660/380 В) при заземленій нейтралі за умови, що вживані освітлювальні прилади і лампи призначені для живлення напругою 380 В.

Самостійні освітлювальні трансформатори застосовують в таких випадках:

1) коли характер силового навантаження не дозволяє забезпечувати необхідну якість напруги у ламп, наприклад при живленні від трансформатора потужних зварювальних апаратів;

2) при великій щільності освітлювального навантаження, коли може бути економічно обгрунтована установка освітлювальних трансформаторів;

3) коли для силового навантаження застосовується напруга більше 380/220 В, наприклад 660/380 В, при цьому в освітлювальній установці використовуються світильники, не призначені для живлення напругою 380 В. У таких випадках повинен проводитися техніко-економічно обгрунтований вибір між живленням освітлювальних трансформаторів від мережі високої напруги (6 – 10 кВ) або від силових трансформаторів (690/400 В);

4) для зовнішнього освітлення у великих містах і на крупних промислових підприємствах за наявності техніко-економічних обгрунтувань;

5) у крупних суспільних будівлях при зразковій рівності освітлювальних і силових навантажень.

У зв'язку з тим, що розрядні лампи, які включаються в мережу з індуктивним або індуктивно-ємкісним ПРА, викликають протікання значних струмів вищих гармонік у нульових дротах трифазних чотирипроводних ліній, при виборі схем з'єднань обмоток трансформаторів треба керуватися наступними вказівками:

а) якщо навантаження на трансформатор від розрядних ламп (з втратами в ПРА) перевищує 25% його номінальної потужності, повинні застосовуватися трансформатори із схемою з'єднання обмоток «трикутник/зірка з нулем», при якій допустиме струмове навантаження нульового виводу сторони низької напруги складає 75% струму фазних виводів;

б) при навантаженні на трансформатор від розрядних ламп (з втратами в ПРА) менше 25% його номінальної потужності може застосовуватися трансформатор із схемою з'єднання обмоток «зірка/зірка з нулем», при якій допустиме струмове навантаження нульового виводу сторони низької напруги складає 75% струму фазних виводів.

Освітлювальні прилади робочого освітлення і світильники аварійного освітлення у виробничих і суспільних будівлях і в зонах роботи на відкритих просторах повинні живитися від незалежних джерел. Допускається живлення робочого і аварійного освітлення від різних трансформаторів однієї двотрансформаторної підстанції при живленні трансформаторів від двох незалежних джерел.

Світильники евакуаційного освітлення у виробничих приміщеннях з природним світлом, а також освітлювальні прилади евакуаційного освітлення в суспільних і житлових будівлях (незалежно від наявності або відсутності в них природного освітлення) повинні бути приєднані до мережі, незалежної від мережі робочого освітлення, починаючи від щита підстанції або магістрального щитка (розподільного пункту) освітлення, а за наявності тільки одного введення в будівлю - від цього введення.

Джерелами живлення освітлювальних установок суспільних і житлових будівель звичайно є міські одно- й двотрансформаторні підстанції. У крупних містах переважають двотрансформаторні підстанції з двосекційним щитом низької напруги. Кожний з трансформаторів такої підстанції одержує живлення від різних секцій одного розподільного пункту РП середньої напруги (10 або 6 кВ) або від різних РП.

При необхідності як незалежне автономне джерело живлення АЕО можуть використовуватися акумуляторні батареї напругою 220 і 40 В і в деяких випадках - дизель-генераторні установки.

3.2. Схеми живлення освітлювальних установок

3.2.1. Загальні положення

Мережі внутрішнього освітлення розподіляються на живлячі, розподільні й групові. До живлячих мереж відносяться лінії від ТП або інших точок живлення до розподільних пунктів або ВРУ, до розподільної мережі – лінії до групових щитків, до групової мережі - лінії від групових щитків до освітлювальних приладів і штепсельних розеток. Мережі зовнішнього освітлення розділяються на живлячі й розподільні.

Живлячі мережі для освітлювальних установок і силового електроустаткування рекомендується виконувати, як правило, роздільними. З'єднання живлячих мереж доцільне при використуванні як живлячі лінії у великих виробничих і суспільних будівлях магістральних і розподільних шинопроводів і для об'єктів, що живляться від ТП, які окремо стоять, і електроприймачі яких відносяться до 3 категорії за надійністю електропостачання.

На початку кожної живлячої і розподільної лінії встановлюють апарат захисту і відключення. На початку групової лінії обов'язковий апарат захисту, а відключаючий апарат може не встановлюватися за наявності таких апаратів по довжині лінії або коли управління освітленням здійснюється апаратами, встановленими в лінії живлячої мережі.

При розгляді наведених нижче схем живлення виробничих і суспільних будівель необхідно мати на увазі їх наступні особливості:

1) на схемах як апарати захисту і місцевого включення ліній живлячої мережі показані автоматичні вимикачі (автомати) як найпоширеніші для цих цілей апарати. Проте замість автоматів можуть використовуватися плавкі запобіжники і ручні відключаючі апарати (рубильники, вимикачі);

2) при живленні однією лінією чотирьох і більше групових щитків на вводах в кожний щиток рекомендується встановлювати відключаючий апарат.

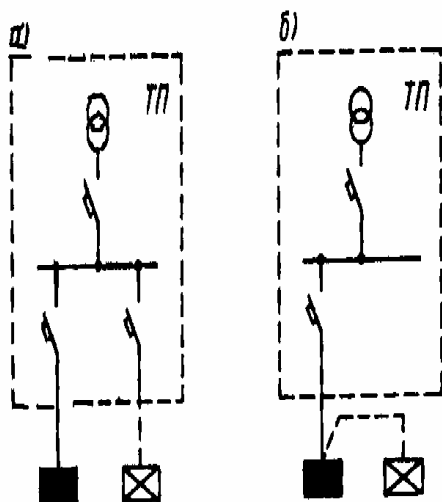


Рис. 3.1 - Схема живлення освітлення від однієї одностанційної підстанції

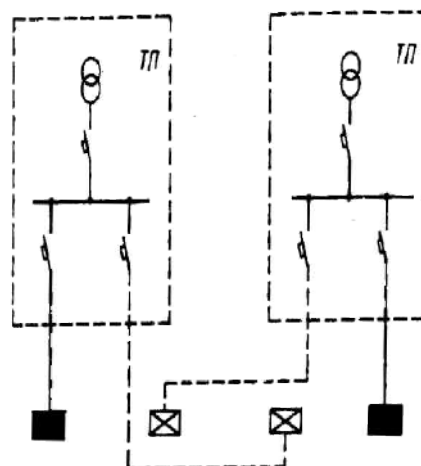


Рис.3.2-Схема живлення освітлювальної мережі від двох одностанційних підстанцій

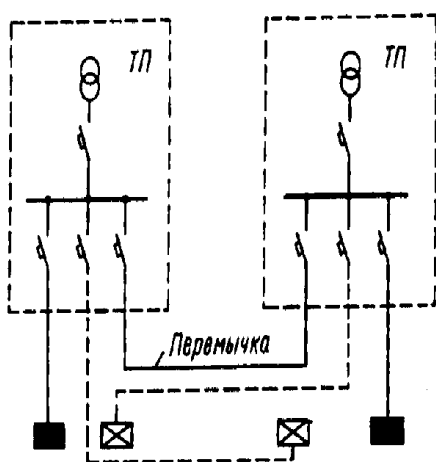


Рис.3.3 - Схема живлення освітлювальної мережі від двох одностанційних підстанцій з перемичкою між ними з боку нижчої напруги

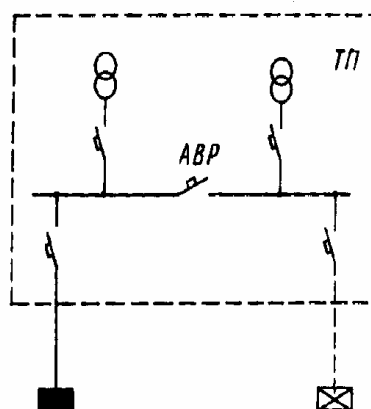


Рис.3.3 - Схема живлення освітлювальної мережі від однієї двотрансформаторної підстанції.

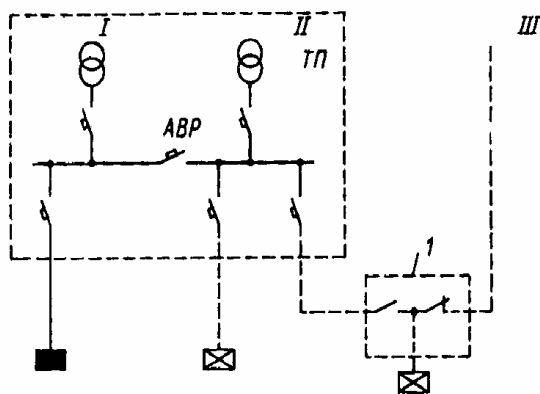


Рис 3.5 - Схема живлення освітлювальної мережі від трьох джерел:

1 – блок перемикання

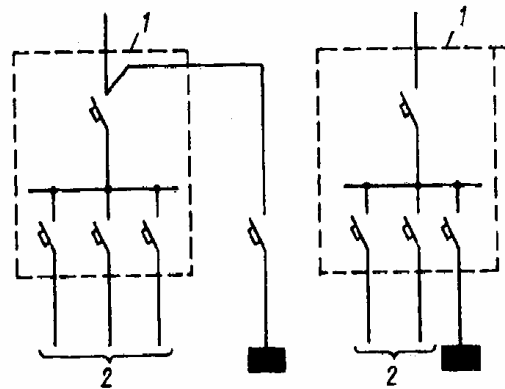


Рис.3.6 - Схема живлення освітлювальної мережі від силових введень:

1 – ввідно-розподільний пристрій;
2 – лінія до споживачів

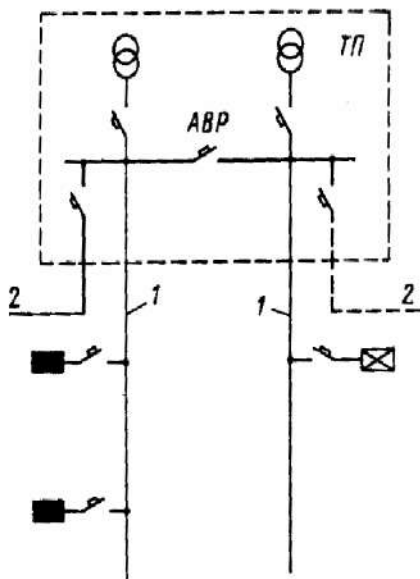


Рис.3.7 - Схема живлення освітлювальної мережі при системі трансформатор-магістраль:

1- головні магістралі;
2 – лінії, що живлять позачехові навантаження

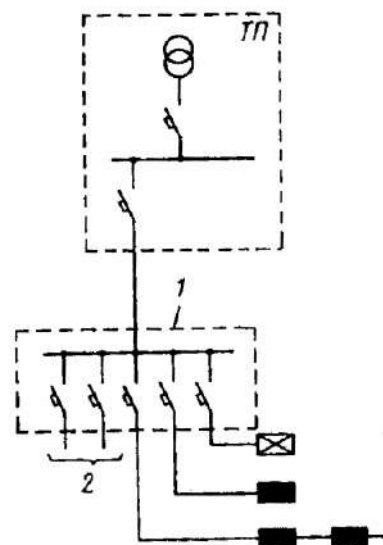


Рис.3.8 - Схема живлення – освітлювальної мережі з розмноженням ліній на магістральній ділянці:

1- магістральний щиток;
2 – лінія до основних електроприймачів

3.2.2. Схеми живлення виробничих будівель.

Живлення від вбудованих ТП. Живлення робочого і аварійного освітлення повинне виконувати від роздільних трансформаторів, приєднаних до незалежних джерел. Евакуаційне освітлення переважно живиться також від незалежних джерел, а при їх відсутності - від трансформатора, що не використовується для живлення робочого освітлення даної ділянки будівлі. При неможливості або недоцільності такого живлення ЕО може житися від загального з робітництвом трансформатора.

У виробничих будівлях з декількома вбудованими КТП застосовуються схеми перехресного живлення робочого освітлення і АО (ЕО), при яких робоче освітлення одних ділянок будівлі живиться від однієї КТП, а АО (ЕО) - від іншої, трансформатор якої не використовується для живлення робочого освітлення. Такий же принцип використовується і для інших ділянок будівлі.

У багатьох великих виробничих будівлях живлення силових електроприймачів здійснюється за магістральною схемою, при якій на КТП відсутній розподільний щит, а до трансформаторів через потужні автомати приєднуються магістральні шинопроводи. У таких випадках живлення освітлювальних установок проводиться відгалуженнями від шинопроводу до магістральних щитків (пунктам), від яких відходять лінії розподільної мережі до групових щитків. Відгалуження для живлення освітлення рекомендується виконувати від початкових ділянок шинопроводу, де втрата напруги в шинопроводі ще невелика.

Живлення від окремостоячих ТП. Освітлення будівель, що не мають вбудованих ТП, живиться вводами від кабельних і повітряних ліній, які прокладаються від найближчих ТП. Залежно від потужності освітлювальних установок будівлі й наявності або відсутності в ньому АО виконують вводи однієї або декількох ліній. На вводі кожної живлячої лінії в будівлю встановлюється ввідний або ввідно-розподільчий пристрій із захисними і відключаючими апаратами. Для невеликих будівель з малим числом освітлювальних приладів робочого освітлення або АО групові лінії, що живлять світильники, можуть приєднуватися безпосередньо до ввідного пристрою. При значній потужності освітлення в будівлі можуть встановлюватися один або декілька групових щитків, що живляться від ввідного або ввідно-розподільного пристрою.

3.2.3. Схеми живлення суспільних будівель

Крупні суспільні будівлі є складними і енергоємними інженерними спорудами. Окрім пристроїв освітлення в суспільних будівлях діють багато інженерних систем, що забезпечують нормальне функціонування, життєзабезпечення, комфорт і пожежну безпеку.

Залежно від призначення суспільних будівель питома потужність освітлення в цілому по будівлі складає 15 - 30 Вт/м², а для окремих приміщень досягає 100 Вт/м² і більше. Коефіцієнти попиту навантаження електричного освітлення змінюються в широких межах (0,25 – 1,0) залежно від потужності й призначення ОУ.

Основне джерело живлення суспільних будівель – міські ТП – у великих містах мають звичайно АВР на стороні нижньої або вищої напруги, а іноді те й інше одночасно.

Живлення освітлювальних установок і силових електроприймачів проводиться, як правило, від загальних трансформаторів, що дозволяє більш рівномірно розподіляти навантаження і збільшувати навантаження трансформаторів з урахуванням незбігу (неспівпадання) в часі максимумів силового і освітлювального навантажень,

За ступенем забезпечення надійності електропостачання комплекси електроприймачів суспільних будівель звичайно відносять відповідно до розділу 1 ПУЕ до 2-ї або 3-ї категорій. До 1-ї категорії належать лише деякі комплекси електроприймачів лікувальних установ, АТС, головних телеграфів, поштамтів і деяких інших об'єктів. Необхідна надійність ОУ забезпечується сумісною дією всіх видів освітлення.

Особливі вимоги до живлення АЕО пред'являються у видовищних і критич спортивних спорудах із залами для глядачів місткістю 800 і більше місць (окрім кінотеатрів), а також у дитячих театрах, палацах піонерів із залами для глядачів будь-якої місткості, де для АЕО повинна використовуватися акумуляторна установка.

Живлення суспільних будівель може здійснюватися як від ТП, що окремо стоять, так і від вбудованих КТП.

Живлення АЕО повинне бути незалежним від живлення робочого освітлення і виконуватися при двох вводах в будівлю або споруду - від різних вводів, а при одному вводі - самостійними лініями, починаючи від ВРУ або ГРЩ.

Якщо навантаження суспільної будівлі відноситься до 3-ї категорії, то в будівлі встановлюється односекційне ВРУ. Живлення такого ВРУ проводиться від одного трансформатора, як правило, однією живлячою лінією. Розділення розподільних ліній робітництва і АЕО проводиться, починаючи з шин ВРУ.

При живленні суспільної будівлі 2-ї категорії від однієї двотрансформаторної ТП ввідно-розподільний пристрій є двохсекційним розподільним щитом з двома перемикачами на вводі.

Побудова розподільної мережі освітлення. Лінія робочого освітлення, що відходить від ГРЩ або ВРУ, живить один або декілька групових щитків. Майже в усіх суспільних будівлях можуть бути виділені планувальні зони різного

призначення: приміщення вестибюльної групи, зона адміністративних приміщень, конференц-зал з прилеглими приміщеннями, зона їдальні, технічні приміщення підвалу і т.п. Доцільно кожному із зон жити роздільними лініями. Для крупних зон можуть встановлюватися власні щитові приміщення з вторинними розподільними щитами, що виконують роль ГРЩ робочого освітлення зони. Від них до групових щитків прокладаються розподільні лінії.

Розподільні лінії АЕО також можуть виконуватися роздільними по зонах.

Кількість щитків, приєднаних до кожної розподільної лінії в суспільних будівлях, не обмежується. Для планувальних зон, які займають один - два поверхи, їх число звичайно невелике (до 3 – 5 шт.). Для зон, розміщених в багатоповерховій частині будівлі, живлення яких, як правило, виконується лініями (стояками), що вертикально прокладаються, число щитків звичайно визначається числом поверхів.

У суспільних будівлях рекомендується застосовувати кабелі й проводи з мідними жилами.

Живлячі й розподільні мережі, як правило, повинні виконуватися кабелями й проводами з алюмінієвими жилами, якщо їх розрахунковий переріз рівний 16 мм^2 і більш.

3.2.4. Схеми групових ліній.

При трифазній системі з нульовим проводом і при живленні освітлювальних приладів фазною напругою групові лінії можуть бути: двопроводними (однофазними), трипроводними (двофазними) і чотирьохпроводними (трифазними).

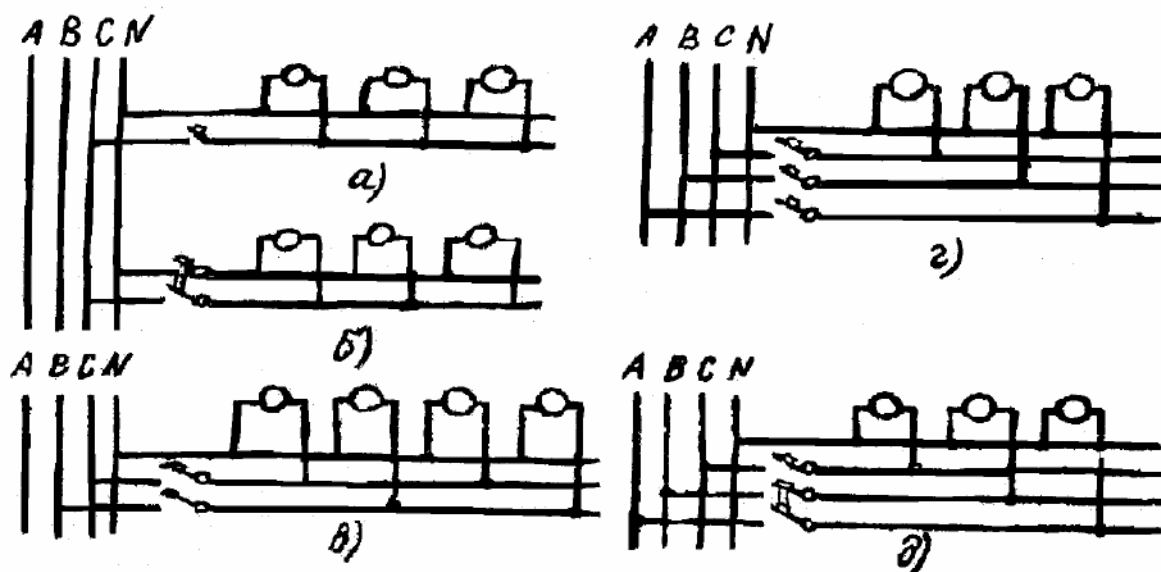


Рис.3.9 - Схеми групових ліній при трифазній системі з нульовим проводом

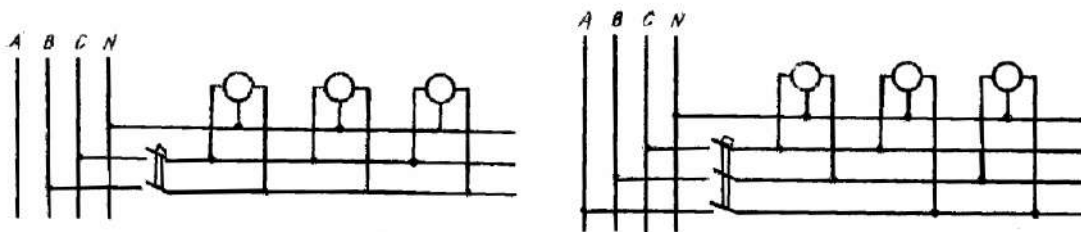


Рис.3.10 - Схеми групових ліній при трифазній системі з нульовим проводом і при живленні ОП лінійною напругою

При трифазній системі напруги 380/220 В і при живленні освітлювальних приладів напругою 380 В групові лінії можуть бути трипроводними (дві фази і нуль) і чотирипроводними (три фази і нуль).

У мережах без нейтралі, а також у трифазних мережах з нульовим проводом при живленні освітлювальних приладів лінійною напругою і за відсутності необхідності заземлення або занулення світильників застосовують двопроводні (двофазні) і трипроводні (трифазні) групові лінії, для захисту яких рекомендуються дво- і триполюсні автомати. Останні застосовуються: при необхідності одночасного відключення всіх освітлювальних приладів, що живляться групою; коли до трифазної групової лінії приєднаний трифазний конденсатор для підвищення коефіцієнта потужності; для ліній, що живлять трифазні знижувальні трансформатори.

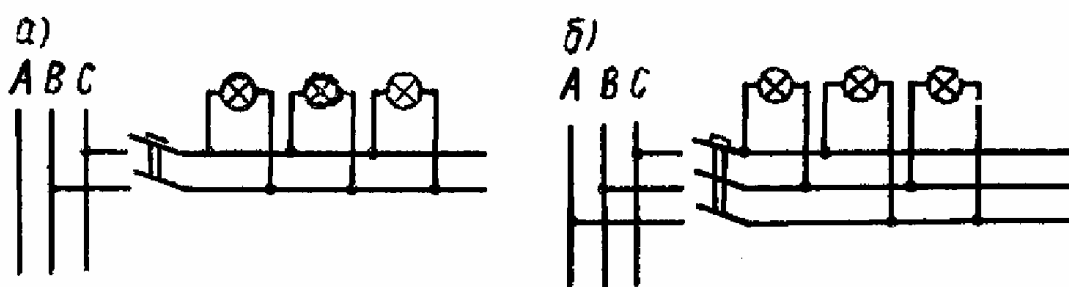


Рис.3.11 - Схеми групових ліній при трифазній системі без нульового проводу

При компоновці групових ліній керуються такими загальними вказівками: на кожен фазу групової лінії повинне включатися не більше 20 ламп розжарювання, ламп типу ДРЛ, МГЛ, НЛВД, в це число включаються також штепсельні розетки. У виробничих, суспільних і житлових будівлях на однофазні

групи освітлення драбин, поверхових коридорів, холів, технічних підпілля і горищ допускається приєднувати до 60 ЛР кожна потужністю до 60 Вт.

Для групових ліній, що живлять світлові карнизи, світлові стелі і т.п. з лампами розжарювання, рекомендується приєднувати до 60 ламп на фазу; для ліній, що живлять світильники з ЛЛ потужністю до 80 Вт включно, може приєднуватися також до 60 ламп на фазу, потужністю до 40 Вт включно - до 75 ламп і потужністю до 20 Вт - до 100 ламп на фазу.

Для групових ліній, що живлять багатолампові люстри, число ламп будь-якого типу на фазу не обмежується.

У групових лініях, що живлять лампи потужністю 10 кВт і більше, кожна лампа повинна мати самостійний апарат захисту.

На початку кожної групової лінії повинні бути встановлені апарати захисту на всіх фазних провідниках. Установка апаратів захисту в нульових захисних провідниках забороняється.

Трифазні групові лінії використовують у великих виробничих приміщеннях, освітлюваних світильниками з РЛВД, а також при великій кількості світильників з ЛЛ. Одно- і двофазні лінії використовують при живленні невеликих виробничих і допоміжних приміщень, коридорів, драбин, невеликих суспільних будівель, а також в мережах АЕО.

У суспільних будівлях лінії групової мережі, що прокладаються від групових щитків до світильників загального освітлення, штепсельних розеток і стаціонарних електроприймачів, повинні виконуватися трипроводними (фазний - L, нульовий робочий - N і нульовий захисний - PE провідники).

Не допускається об'єднання нульових робочих і нульових захисних провідників різних групових ліній.

Нульовий робочий і нульовий захисний провідники не можна підключати на щитках під загальний контактний затиск.

Вибір перерізу провідників живлячих, розподільних і групових ліній здійснюється по розрахунковому струму цих ділянок мереж.

Однофазні дво- і трипроводні лінії, а також трифазні чотири- і п'ятипроводні лінії при живленні однофазних навантажень повинні мати переріз нульових робочих (N) провідників, рівний перерізу фазних провідників.

Трифазні чотири- і п'ятипроводні лінії при живленні трифазних симетричних навантажень повинні мати переріз робочих (N) провідників, рівний перерізу фазних провідників, якщо фазні провідники мають переріз до 16 мм² по міді і 25 мм² по алюмінію, а при великих перерізах – не менше 50% перерізу фазних провідників.

Переріз PEN провідників повинен бути не менше за переріз N провідників і не менше 10 мм² по міді і 16 мм² по алюмінію незалежно від перерізу фазних провідників.

Переріз РЕ провідників повинен дорівнювати перерізу фазних при перетрізі останніх до 16 мм^2 ; 16 мм^2 при перерізі фазних провідників від 16 до 35 мм^2 і 50% перерізу фазних провідників при великих перерізах.

Переріз РЕ провідників, що не входять до складу кабелю, повинен бути не менше $2,5 \text{ мм}^2$ - за наявності механічного захисту і 4 мм^2 при його відсутності.

3.3. Управління освітленням

3.3.1. Загальні вказівки й рекомендації

Системи і способи управління освітленням. Для управління внутрішнім і зовнішнім освітленням можуть використовуватися апарати управління, встановлені в розподільних пристроях підстанцій, розподільних пунктах живлення, вводних розподільних пристроях, групових щитках.

При живленні від однієї лінії чотирьох і більше групових щитків з кількістю груп шість і більше на введенні в кожний щиток рекомендується встановлювати пристрій управління (автоматичний вимикач).

У мережах із заземленою нейтраллю апарати управління встановлюють у всіх фазних дротах. У вибухонебезпечних зонах класу В-1 в двопроводних однофазних групових лініях передбачається одночасне відключення фазного і нульового проводів.

У три- або двопроводних однофазних лініях мереж із заземленою нейтраллю можуть використовуватися однополюсні вимикачі, які повинні встановлюватися в ланцюзі фазного проводу, або двополюсні, при цьому повинна виключатися можливість відключення одного нульового робочого провідника без відключення фазного.

У мережах з ізолюваною нейтраллю і без нейтралі і в мережах постійного струму апарати управління встановлюють у всіх незаземлених проводах лінії і забезпечують їх одночасне відключення.

У три- і двопроводних групових лініях мереж з ізолюваною нейтраллю або без нейтралі при напрузі вище 50 В повинні встановлюватися двополюсні вимикачі.

У мережах малої напруги (до 42 В) апарати управління встановлюють: у трифазних лініях - у всіх проводах, в однофазних - в одному незаземленому проводі.

Управління загальним внутрішнім освітленням. Для невеликих приміщень вимикачі встановлюють біля входу, як правило, з боку дверної ручки, для рідко відвідуваних приміщень (комори, венткамери і т. п.) - зовні приміщень, у решті випадків - у приміщеннях. Управління окремих ділянок приміщень з різною природною освітленістю повинне бути роздільним. Вимикачі світильників, розташованих у приміщеннях з несприятливими умовами середовища,

рекомендується виносити в суміжні приміщення з кращими умовами середовища. Вимикачі світильників душових і роздягалень при них, гарячих цехів харчоблоків і їдалень повинні встановлюватися за межами цих приміщень.

У приміщеннях з бічним природним освітленням рекомендується передбачати включення освітлювальних приладів рядами, паралельними вікнам.

У протяжних приміщеннях з декількома входами, відвідуваних тільки спеціальним персоналом, необхідно передбачати управління освітленням від кожного входу або частини входів.

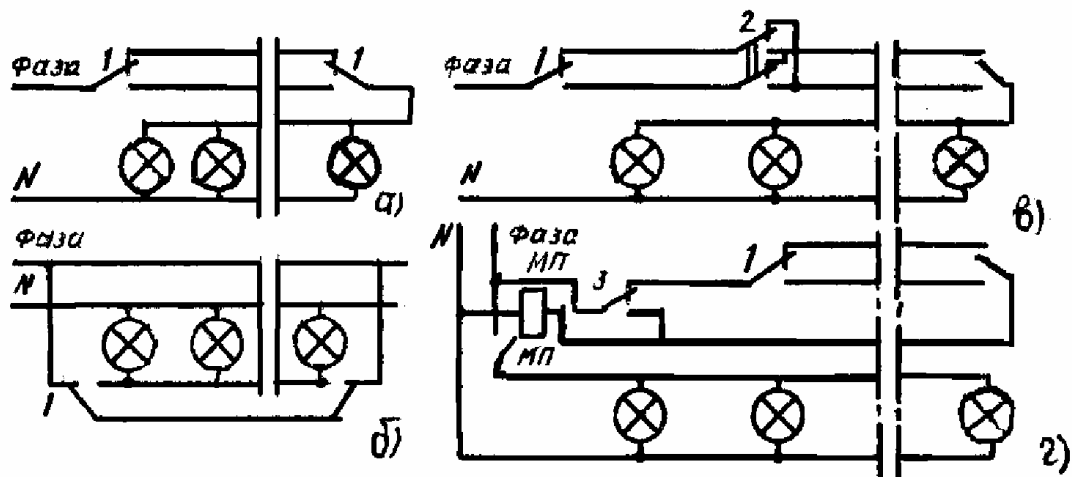


Рис. 3.12 - Схеми управління освітленням з декількох місць: а) – з двох місць; б) – з двох місць з транзитною фазою; в) – з трьох місць (при збільшенні числа перемикачів з будь-якого числа місць); г) – за допомогою магнітного пускача (для управління їм застосовують схеми а,б,в).

Місцеве управління освітленням великих приміщень звичайно проводиться з групових щитків автоматами групових ліній. Апарати управління освітленням і щитки, з яких проводиться управління освітленням, розміщують в місцях, доступних і зручних для обслуговування.

Вимикачі світильників загального освітлення повинні встановлюватися на стіні з боку дверної ручки на висоті від 0,8 до 1,7 м від рівня підлоги, а в школах і дитячих установах у приміщеннях для перебування дітей - на висоті 1,8 м від рівня підлоги. Допускається установка вимикачів під стелею з управлінням за допомогою шнура.

Світильники місцевого освітлення повинні включатися індивідуальними вимикачами, що входять в конструкцію світильника або встановлені в стаціонарній частині електропроводки.

3.3.2. Дистанційне, автоматичне і телемеханічне керування.

Дистанційне керування внутрішнім освітленням виробничих приміщень здійснюється залежно від характеру і особливостей виробничого корпусу з одного або декількох місць (диспетчерський пункт, контора цеху і т.п.).

Автоматичне управління освітленням розділяється на фотоавтоматичне і програмне.

При фотоавтоматичному управлінні включення і відключення внутрішнього і зовнішнього освітлення здійснюється залежно від зміни природної освітленості і виконується за допомогою фотореле і фотоавтоматів. Фотоавтоматичне управління використовується переважно для підприємств, суспільних і житлових будівель (вестибюлі, драбини, коридори) і вуличного освітлення.

Програмне управління застосовується для внутрішнього освітлення промислових підприємств. Воно передбачає включення і виключення освітлення залежно від часу початку і закінчення робочих змін і обідніх перерв. Управління здійснюється за допомогою програмних реле часу.

Для включення і захисту ліній внутрішнього і зовнішнього освітлення при дистанційному, автоматичному і телемеханічному керуванні застосовують ящики або блоки управління з магнітними пускачами і автоматами. Управління магнітними пускачами проводиться: при дистанційному керуванні - з постів, пультів або шаф управління, встановлюваних у приміщеннях управління освітленням, при телемеханічному управлінні - з пульта диспетчера. При влаштуванні автоматичного управління на додаток до фотометричних автоматів і програмних реле часу передбачається можливість переходу на дистанційне керування.

Для централізованого дистанційного керування робочим освітленням дозволяється використовувати автоматичні вимикачі, встановлені на ВРУ, ГРЩ, РП і групових щитках.

ТЕМА 4. РОЗРАХУНОК ОСВІТЛЮВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ.

4.1. Розрахункові освітлювальні навантаження

Розрахункові освітлювальні навантаження виробничих, суспільних і підсобних будівель визначаються виходячи із встановленої потужності освітлювальних приладів, одержаної в результаті світлотехнічного розрахунку, і вони представляють сумарну потужність усіх джерел світла даної освітлювальної установки напругою вище 42 В і знижувальних трансформаторів 12 - 42 В.

В установках розрядними лампами розрахункова потужність включає втрати потужності в ПРА.

При визначенні розрахункового навантаження на введенні в будівлю або на початку розподільної лінії використовують коефіцієнт попиту K_c , рівний відношенню розрахункового тривалого навантаження до встановленої потужності освітлювальної установки.

Коефіцієнт попиту для розрахунку живлячої мережі виробничих будівель приймають рівним:

1,0 - для дрібних виробничих будівель і ліній, що живлять окремі групові щитки;

0,95 - для будівель, що складаються з окремих крупних прольотів;

0,85 - для будівель, що складаються з багатьох окремих приміщень;

0,8 - для адміністративно-побутових і лабораторних будівель промислових підприємств;

0,6 - для складських будівель, що складаються з багатьох окремих приміщень, електричних підстанцій.

Для суспільних будівель K_c приймають відповідно до ДБН В.2.5 - 23 - 2003 «Проектування електроустановок житлових і суспільних будівель і споруд» залежно від встановленої потужності і призначення будівель.

Розрахункове навантаження ліній, що живлять штепсельні розетки в суспільних будівлях, визначається за формулою

$$P_{рш} = K_{сш} \cdot P_{уш} \cdot n, \quad (4.1)$$

де $P_{рш}$ - розрахункове навантаження лінії, кВт;

$K_{сш}$ - розрахунковий коефіцієнт попиту, приймається рівним 0,1 – 0,2 для введень в будівлю, 0,2 – 0,4 для живлячих мереж і 1,0 для групових мереж;

$P_{уш}$ - встановлена потужність електроприймачів, зокрема споживачів оргтехніки, приєднаних до штепсельної розетки, приймається рівною 60 Вт;

n - число штепсельних розеток.

4.2. Вибір перерізу провідників по струму навантаження

Струм навантаження, протікаючи по провіднику, нагріває його. ПУЕ встановлені найбільші допустимі температури нагріву жил провідників і, виходячи з цього, визначені допустимі струмові навантаження для проводів і кабелів залежно від матеріалу, їх ізоляції і умов прокладки.

Значення струму, що протікає у фазних проводах, визначається за наступними формулами:

для трифазних ліній з нульовим проводом і без нього

$$I = \frac{P_3}{\sqrt{3} U \cos \varphi}; \quad (4.2)$$

для двофазних ліній з нульовим проводом

$$I = \frac{P_2}{2U\phi \cos \varphi}; \quad (4.3)$$

для однофазних ліній

$$I = \frac{P_1}{U_H \cos \varphi}, \quad (4.4)$$

де P_1, P_2, P_3 - розрахункові навантаження одно-, дво- і трифазної ліній;

$U_{\text{л}}$ - лінійна напруга мережі;

$U\phi$ - фазна напруга мережі;

$\cos \varphi$ - коефіцієнт потужності навантаження.

Припустимі тривалі струми для проводів з гумової або полівінілхлорідною ізоляцією, шнурів з гумовою ізоляцією й кабелів з гумовою або пластмасовою ізоляцією у свинцевій, полівінілхлоридній і гумовій оболонці наведені в табл. 4.1 -4.4. Вони прийняті для температур: жив +65, що оточує повітря + 25 і землі +15 °С.

При визначенні кількості проводів, що прокладають в одній трубі (або жил багатожильного провідника), нульовий робочий провідник чотирипровідної системи трифазного струму, а також заземлюючі й нульові захисні провідники в розрахунках не приймаються.

Таблиця 4.1 - Припустимий тривалий струм для проводів і шнурів з гумовою і полівінілхлорідною ізоляцією з мідними жилами

Переріз струмопровідної жили, мм ²	Струм, А, для проводів, прокладених					
	відкрито	в одній трубі				
		двох одно- жильних	трьох одно- жильних	чотирьох одно- жильних	одного дво- жильного	одного три- жильного
0,5	11	-	-	-	-	-
0,75	15	-	-	-	-	-
1	17	16	15	14	15	14
1,2	20	18	16	15	16	14,5
1,5	23	19	17	16	18	15
2	26	24	22	20	23	19
2,5	30	27	25	25	25	21
3	34	32	28	26	28	24
4	41	38	35	30	32	27
5	46	42	39	34	37	31
6	50	46	42	40	40	34
8	62	54	51	46	48	43
10	80	70	60	50	55	50
16	100	85	80	75	80	70
25	140	115	100	90	100	85
35	170	135	125	115	125	100
50	215	185	170	150	160	135
70	270	225	210	185	195	175
95	330	275	255	225	245	215
120	385	315	290	260	295	250
150	440	360	330	-	-	-
185	510	-	-	-	-	-
240	605	-	-	-	-	-
300	695	-	-	-	-	-
400	830	-	-	-	-	-

Таблиця 4.2 - Припустимий тривалий струм для проводів з гумовою і полівінілхлорідною ізоляцією з алюмінієвими жилами

Переріз струмопровідної жили, мм ²	Струм, А, для проводів, прокладених					
	відкрито	в одній трубі				
		двох одно- жильних	трьох одно- жильних	чотирьох одно- жильних	одного двох- жильного	одного три- жиль- ного
2	21	19	18	15	17	14
2,5	24	20	19	19	19	16
3	27	24	22	21	22	18
4	32	28	28	23	25	21
5	36	32	30	27	28	24
6	39	36	32	30	31	26
8	46	43	40	37	38	32
10	60	50	47	39	42	38
16	75	60	60	55	60	55
25	105	85	80	70	75	65
35	130	100	95	85	95	75
50	165	140	130	120	125	105
70	210	175	165	140	150	135
95	255	215	200	175	190	165
120	295	245	220	200	230	190
150	340	275	255	-	-	-
185	390	-	-	-	-	-
240	465	-	-	-	-	-
300	535	-	-	-	-	-
400	645	-	-	-	-	-

Таблиця 4.3 - Припустимий тривалий струм для проводів з мідними жилами з гумовою ізоляцією в металевих захисних оболонках і кабелях з мідними жилами з гумовою ізоляцією у свинцевій, полівінілхлоридній, найрітовій або гумовій оболонці, броньованих і неброньованих.

Переріз струмопровідної жили, мм ²	Струм, А, для проводів і кабелів				
	одножильних	двожильних		трижильних	
	при прокладці				
	у повітрі	у повітрі	у землі	у повітрі	у землі
1,5	23	19	33	19	27
2,5	30	27	44	25	38
4	41	38	55	35	49
6	50	50	70	42	60
10	80	70	105	55	90
16	100	90	135	75	115
25	140	115	175	95	150
35	170	140	210	120	180
50	215	175	265	145	225
70	270	215	320	180	275
95	325	260	385	220	330
120	385	300	445	260	385
150	440	350	505	305	435
185	510	405	570	350	500
240	605	-	-	-	-

Примітка: Струми ставляться до проводів і кабелів як з нульовою жилою, так і без її.

Таблиця 4.4 - Припустимий тривалий струм для кабелів з алюмінієвими жилами з гумовою або пластмасовою ізоляцією у свинцевій, полівінілхлоридній і гумовій оболонках, броньованих і неброньованих.

Переріз струмопровідної жили, мм ²	Струм, А, для кабелів				
	одножильних	двожильних		трижильних	
	при прокладці				
	у повітрі	у повітрі	у землі	у повітрі	у землі
2,5	23	21	34	19	29
4	31	29	42	27	38
6	38	38	55	32	46
10	60	55	80	42	70
16	75	70	105	60	90
25	105	90	135	75	115
35	130	105	160	90	140
50	165	135	205	110	175
70	210	165	245	140	210
95	250	200	295	170	255
120	295	230	340	200	295
150	340	270	390	235	335
185	390	310	440	270	385
240	465	-	-	-	-

Примітка: Припустимі тривалі струми для чотирижильних кабелів із пластмасовою ізоляцією на напругу до 1 кв можуть вибиратися за таблицею, як для трижильних кабелів, але з коефіцієнтом 0,92.

4.3. Розрахунок мереж по втраті напруги

4.3.1. Допустимі втрати напруги в електричних мережах

Важливим завданням при влаштуванні освітлювальних мереж є забезпечення у джерел світла необхідного рівня напруги, встановленого нормативними документами. Величина напруги в ламп залежить від перерізу провідників мережі, значення яких можуть бути розраховані за величиною допустимих або розташовуються втрат напруги.

Величина допустимих втрат напруги в мережі не повинна перевищувати

$$\Delta U = U_{x.x} - \Delta U_{tp} - U_{yд.л} \quad (4.5)$$

де $U_{x.x}$ - напруга холостого ходу трансформатора, %;

$U_{yд.л}$ - допустима напруга у джерел світла, %;

ΔU_{tp} - втрати напруги в трансформаторі, залежні від його потужності, ступеня завантаження і коефіцієнта потужності навантаження. Певні за цією формулою значення наводяться в довідниках і, якщо вважати $U_{yд.л}$ рівним 97,5%, найчастіше лежать в межах 4 – 6 %.

У разі відсутності необхідних даних у довідниках, розрахунок припустимих втрат напруги може бути зроблений безпосередньо за наведеною формулою. При цьому втрати напруги в трансформаторі рівні:

$$\Delta U_{tp} = \beta (u_{a.m.} \cos \varphi + u_{p.m.} \sin \varphi), \quad (4.6)$$

де β - коефіцієнт завантаження трансформатора, дорівнює відношенню розрахункової потужності навантаження, що підключає до трансформатора до номінальної потужності трансформатора

$$\beta = \frac{P_p}{P_{mp}}; \quad (4.7)$$

$u_{a.m.}$ й $u_{p.m.}$ – активні й реактивна складові напруги короткого замикання трансформатора, %;

$\cos \varphi$ – коефіцієнт потужності навантаження трансформатора.

Значення $u_{a.m.}$ й $u_{p.m.}$ у відсотках від номінальної напруги визначаються виразом

$$u_{a.m.} = \frac{P_{к.з}}{P_n} 100 \quad (4.8)$$

$$u_{p.m.} = \sqrt{u_{к.з.}^2 - u_{a.m.}^2}, \quad (4.9)$$

де $P_{к.з.}$ – втрати короткого замикання трансформатора при номінальному струмі, кВт;

P_n – номінальна потужність трансформатора, кВА;

$u_{к.з.}$ – напруга короткого замикання трансформатора, рівна 4,5% для трансформаторів з напругою до 10 кВ.

Значення втрат короткого замикання трансформаторів даються в табл. 4.5.

Таблиця 4.5 - Значення втрат короткого замикання у трансформаторах

Номінальна потужність трансформатора, кВА	25	40	63	100	160	250	400	630
Втрати короткого замикання, кВт	0,60	0,88	1,28	1,97	2,65	3,70	5,50	7,60

Наведені дані, а також характер навантаження трансформатора дозволяють визначити величину розрахункової втрати напруги.

Приклад 4.1. До трансформатора потужністю 160 кВА підключене навантаження 120 кВт з коефіцієнтом потужності 0,82. $\cos \varphi = 0,82$, $\sin \varphi = 0,574$. Втрати короткого замикання $P_{к.з.} = 2,65$ кВт, $u_{к.з.} = 4,5\%$. Визначити припустимі втрати напруги.

$$\beta = \frac{P_p}{P_n} = \frac{120}{160} = 0,75;$$

$$u_{a.m.} = \left(\frac{2,65}{160}\right) \times 100 = 1,65\%; \quad u_{p.m.} = \sqrt{(4,5^2 - 1,65^2)} = 4,18\%;$$

$$\Delta U_{mp} = 0,75 \times (1,65 \times 0,82 + 4,18 \times 0,574) = 2,81 \%;$$

$$\Delta U_{don} = 105 - 2,81 - 97,5 = 4,69 \%.$$

4.3.2. Розрахунок по втраті напруги двопроводних мереж

Зобразимо двопроводну лінію, що відходить від джерела і живить світильники, приєднані в точках 1, 2, 3, і 4 (рис.4.1,а). Оскільки зображення прямого і зворотного проводів абсолютно симетричне, то дана схема може бути зображена спрощеною як однолінійна (рис.4.1,б). Навантаження світильників задані значеннями струмів навантажень в амперах i , а довжини окремих ділянок l в метрах і їх опору r в Омах. Струми, що проходять по ділянках лінії, позначені через I , а довжини відрізків лінії і їх опору, вважаючи від джерела живлення до точки додатку навантажень - через L і R .

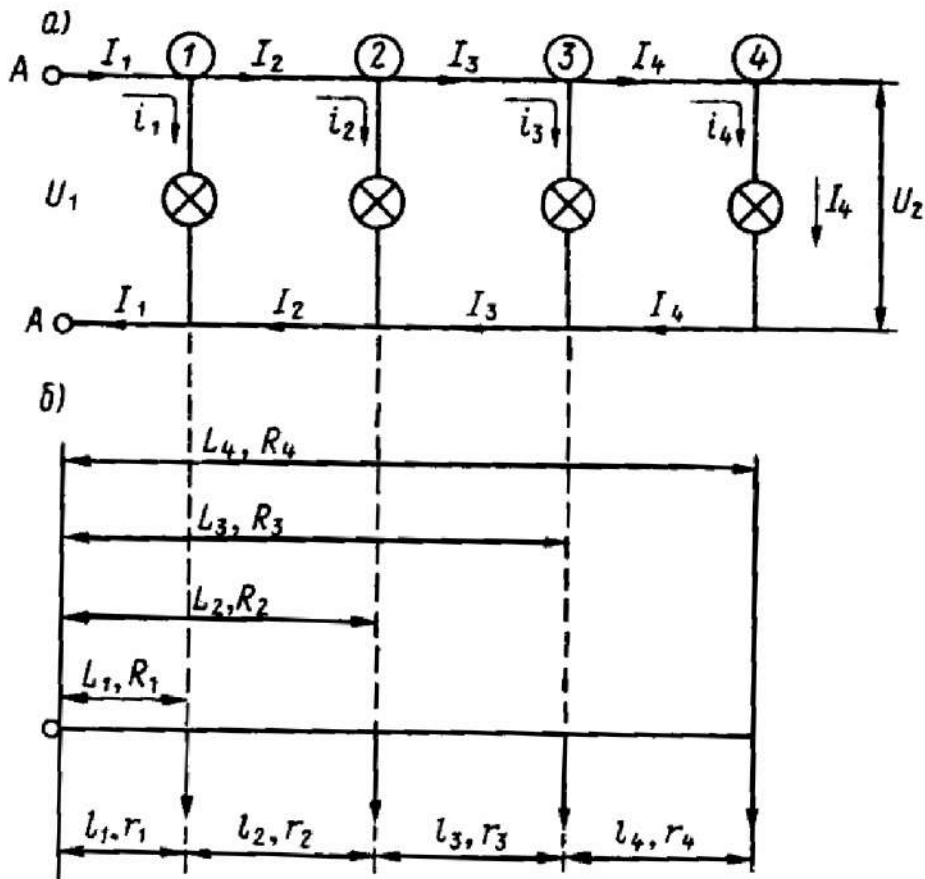


Рис.4.1 - До визначення втрат напруги в двопроводних лініях:

$i_1 - i_4$ - струми навантажень; $I_1 - I_4$ - струми, що проходять по окремих ділянках лінії, А; $l_1 - l_4$ довжини окремих ділянок лінії, м; $r_1 - r_4$ опір проводів окремих ділянок лінії; $L_1 - L_4$, $R_1 - R_4$ довжини відрізків лінії від джерела живлення до точки додатку навантаження і їх опору.

Позначивши через U_1 і U_2 напруги на початку і в кінці лінії у вольтах, втрати напруги в обох дротах даної лінії можна визначити за співвідношенням

$$\Delta U = U_1 - U_2 = 2 (I_1 r_1 + I_2 r_2 + I_3 r_3 + I_4 r_4) \quad (4.10)$$

або в загальному вигляді

$$\Delta U = 2 \sum I r, B. \quad (4.11)$$

Виразимо струми ділянок через струми навантажень споживачів, а опори відрізків ліній від джерела живлення до місця додатку окремих навантажень – через опори окремих ділянок мережі:

$$I_1 = i_1 + i_2 + i_3 + i_4; \quad I_2 = i_1 + i_2 + i_3;$$

$$I_3 = i_3 + i_4; \quad I_4 = I_4.$$

$$R_1 = r_1; \quad R_2 = r_1 + r_2; \quad R_3 = r_1 + r_2 + r_3;$$

$$R_4 = r_1 + r_2 + r_3 + r_4.$$

Тоді можна записати:

$$\Delta U = (i_1 R_1 + i_2 R_2 + i_3 R_3 + i_4 R_4) \quad (4.12)$$

або в загальному вигляді

$$\Delta U = 2 \sum i R. \quad (4.13)$$

При однаковому перерізі й матеріалі проводів всіх ділянок лінії можна записати

$$\Delta U = \frac{2}{\gamma s} \sum i L. \quad (4.14)$$

Формула дозволяє визначити втрату напруги по струму навантаження споживачів. У практичних розрахунках навантаження виражаються у ватах або кіловатах, тоді в даному випадку струми $i = \frac{P}{U}$, де кожне навантаження забезпечується напругою, відповідною місцю її додатку.

В освітлювальних мережах за середню розрахункову напругу у споживачів приймають номінальну напругу мережі $U_{ном}$:

$$\Delta U = \frac{2}{\gamma s U_{ном}} \sum pL, \quad (4.15)$$

де p - навантаження споживачів, Вт.

Якщо прийняти, що втрати напруги визначаються в % від номінальної напруги мережі, навантаження в кВт, а довжина лінії в метрах, то формула набуде вигляду

$$\Delta U\% = \frac{2 \cdot 10^5}{\gamma s U_{ном}^2} \sum pL \quad (4.16)$$

i

$$s = \frac{2 \cdot 10^5}{\gamma \Delta U\% U_{ном}^2} \sum pL \quad (4.17)$$

Добуток pL називається моментом навантаження і позначається буквою m (М) Якщо для певних умов розрахунку (задана номінальна напруга мережі і матеріал дроту) позначити:

$$c = \frac{\gamma U_{ном}^2}{2 \cdot 10^5}, \quad (4.18)$$

то

$$\Delta U\% = \frac{\sum m}{cs}, \quad (4.19)$$

i

$$s = \frac{\sum m}{c \Delta U\%}. \quad (4.20)$$

Приклад 4.2. Визначити втрати напруги у двопровідній лінії напругою 220 В. виконаної алюмінієвим проводом перерізом 10 мм².

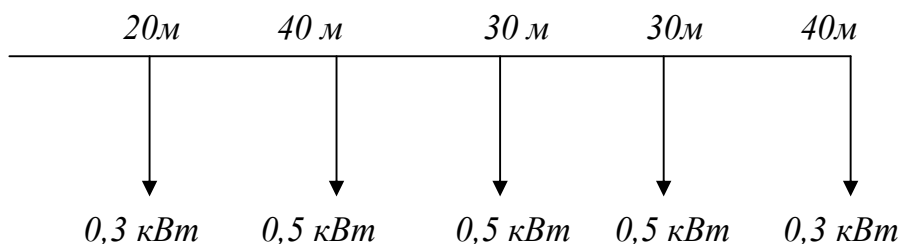


Рис.4.2 к прикладу 4.2

$$\Delta U \% = \frac{2 \times 10^5}{\gamma S U_n^2} \sum pL =$$

$$= \frac{2 \times 10000}{32 \times 10 \times 220 \times 220} (0,3 \times 20 + 0,5 \times 60 + 0,5 \times 90 + 0,5 \times 120 + 0,3 \times 160) = 2,44\%.$$

Мережі з індуктивністю. Розрахунок двопровідних мереж з індуктивним навантаженням на кінці лінії по втратах напруги ведуться за формулою:

$$\Delta U = 2 I (R \cos \varphi + X \sin \varphi). \quad (4.21)$$

Якщо прийняти, що навантаження задані в кВт, а втрати напруги визначаються в % від номінальної напруги мережі, то формула набуде вигляду:

$$\Delta U \% = \left(\frac{2p \cdot 10^5}{U_{ном}^2 \cdot \cos \varphi} \right) (R \cos \varphi + X \sin \varphi). \quad (4.22)$$

При розрахунку освітлювальних мереж з декількома навантаженнями з однаковим коефіцієнтом потужності можна вважати

$$R = r_0 L \quad i \quad X = x_0 L,$$

де r_0 і x_0 - активний і реактивний опори одиниці довжини лінії, Ом,
то

$$\Delta U \% = \left(\frac{2p \cdot 10^5}{U_{ном}^2 \cdot \cos \varphi} \right) (r_0 \cos \varphi + x_0 \sin \varphi). \quad (4.23)$$

Для тих випадків, коли індуктивний опір може прийматися рівним нулю ($x_0 = 0$), втрати напруги визначають за формулою для розрахунку мереж без індуктивності.

Приклад 4.3. Визначити втрати напруги в двопровідній лінії напругою 220 В, що живить світильники з лампами ДНаТ потужністю 250 Вт, установлені для освітлення відкритої площадки по два світильники на одній опорі. Мережа виконана по всій довжині алюмінієвим проводом перетином 16 мм². Втрати потужності в ПРА до ламп ДНаТ-250 становлять 20 Вт, коефіцієнт потужності навантаження з некомпенсованим ПРА складає 0,4 ($\cos \varphi = 0,4$), з компенсованим ПРА 0,82. Активний опір повітряної лінії з алюмінієвими проводами перерізом 16 мм² становить 1,98 ом/км, індуктивний опір при відстані між проводами 0,6 м - 0,358 ом/км.

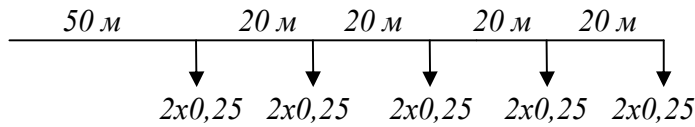


Рис.4.3 к прикладу 4.3

Застосовуючи формулу для $\Delta U \%$, знаходимо втрати напруги до кінця лінії при $\cos \varphi = 0,4$:

$$\Delta U = \frac{200000}{220^2 \times 0,4} (1,98 \times 0,4 + 0,358 \times 0,914) \frac{1}{1000} (0,54 \times 50 + 0,54 \times 70 + 0,54 \times 90 + 0,54 \times 110 + 0,54 \times 130) = 4,12\%$$

При $\cos \varphi = 0,82$

$$\Delta U = \frac{200000}{220^2 \times 0,82} (1,98 \times 0,82 + 0,358 \times 0,574) \frac{1}{1000} (0,54 \times 50 + 0,54 \times 70 + 0,54 \times 90 + 0,54 \times 110 + 0,54 \times 130) = 1,91\%$$

Якщо не враховувати індуктивність лінії, то втрати напруги виходять менше фактичних і виражаються значенням

$$\Delta U\% = \frac{2 \times 100000}{y_s U_{ном}^2} \sum pL = \frac{2 \times 10000}{32 \times 16 \times 220 \times 220} \times 209 = 1,68\%.$$

4.3.3. Розрахунок по втратах напруги мереж трифазного струму

Трифазні лінії можуть бути три- і чотирипровідними. Чотирипровідними в освітлювальних мережах є, як правило, живлячі і розподільні лінії. При рівномірному навантаженні фаз у трифазній лінії струми у фазних проводах рівні між собою і мають однаковий зсув фаз по відношенню до фазних напруг, а геометрична сума струмів у нульовому проводі рівна нулю, тому втрати напруги в трифазній лінії визначатимуться втратами напруги тільки у фазному проводі.

Таким чином, розрахунок трифазної, як три-, так і чотирипровідної, мережі може бути проведений за співвідношенням

$$\Delta U = I (R \cos \varphi + X \sin \varphi) \quad (4.24)$$

i

$$\Delta U\% = \left(\frac{10^5}{U_{ном}^2 \cdot \cos \varphi} \right) (r_0 \cos \varphi + x_0 \sin \varphi) \sum pL. \quad (4.25)$$

де $U_{ном}$ - лінійна напруга, В.

При однаковій величині приєднаного навантаження, вираженого в кВт, і при однаковому перерізі фазних проводів втрати напруги у трифазних три- і чотиріпровідних лініях виходять однаковими.

Якщо мережа виконана однаково по всій довжині, у всіх навантажень однаковий $\cos \varphi$ і може не враховуватися індуктивний опір лінії, тобто $x_0 = 0$. Тоді формула спрощується і набуває вигляду

$$\Delta U\% = \frac{10^5}{\gamma s U_{ном}^2} \sum pL. \quad (4.26)$$

Якщо замінити

$$c = \frac{\gamma U_{л}^2}{10^5},$$

то одержимо вирази

$$\Delta U\% = \frac{\sum m}{cs} \quad (4.27)$$

і

$$s = \frac{\sum m}{c \Delta U}. \quad (4.28)$$

Приклад 4.4. Визначити втрати напруги в розгалуженій мережі трифазного струму напругою 380 В, представленій на рисунку, що живить світильники з лампами ДРИ потужністю 250 Вт, втрати потужності в ПРА становлять 20 Вт. Мережа виконана проводами з мідними жилами перерізом 2,5 мм². Світильники розташовані в три ряди з відстанями по 6 м у ряді й між рядами, $c = 72$.

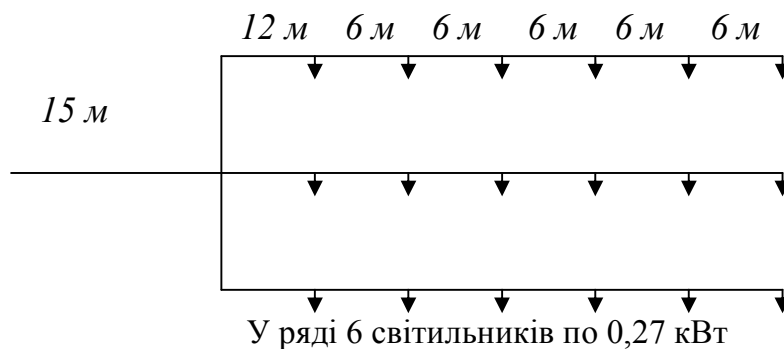


Рис.4.4 для прикладу 4.4.

Прийнявши рівномірний розподіл навантаження по фазах електричної мережі, визначимо момент навантаження:

$$M = \sum pL = 0,27 \times 18 \times 15 + 0,27 \times 6 \times 27 \times 2 + 0,27 \times 6 \times 21 = 194,4 \text{ кВт.м}$$

$$\Delta U = \frac{M}{cs} = \frac{194,4}{72 \times 2,5} = 1,08 \%$$

4.3.4. Розрахунок по втратах напруги мереж з нульовим проводом при нерівномірному навантаженні фаз

В освітлювальних мережах не завжди вдається забезпечити рівномірне навантаження фаз, хоч звично при розподілі навантаження на групові лінії і фазуванні ліній, що відходять від щитків, розподільних пунктів і щитів підстанцій, застосовують заходи для рівномірного розподілу навантаження. Діючі нормативні документи рекомендують обмежувати різницю в струмах найбільш і якнайменш навантаженої фази 30% в межах одного щитка і 10% на початку живлячих ліній.

Для збільшення надійності роботи будь-яких трифазних чотирипровідних ліній переріз нульового проводу приймають, як правило, не менше перерізу фазних дротів; у лініях з пофазним відключенням переріз нульового проводу повинен бути не менше перерізу фазних проводів; об'єднаний нульовий провід декількох ліній повинен відповідати за пропускну спроможністю сумарному струму проводів самої навантаженої фази і мати переріз не менше найбільшого з перерізів фазних проводів суміщених ліній.

Нерівномірне навантаження фаз приводить до зсуву нульової точки мережі, навантажує нульовий провід зрівняльним струмом і викликає неоднакові втрати напруги в різних фазах. Різні втрати напруги в різних фазах виходитимуть не тільки при нерівномірному навантаженні фаз, але й при нерівності моментів навантаження окремих фаз M_1 , M_2 , M_3 , не зважаючи на їх однакове навантаження.

Мережами з нерівномірним навантаженням фаз практично вважаються лінії з навантаженнями окремих фаз або з моментами їх навантажень, відмінними більш ніж на $\pm 10 \%$ середнього значення.

Трифазні лінії з підключенням навантажень до фаз в порядку А, В, С, А, В, С і т.д. можуть, зокрема, розглядатися як симетрично навантажені тільки при живленні ними більше 12 світильників у будівлях і більше 30 - в зовнішніх установках. При меншій кількості світильників необхідна рівність моментів досягається при системі фазування А, В, С, С, В, А для трифазних ліній. Але і в цьому випадку лінії можуть розглядатися як симетрично навантажені при числі при навантажень не менше 6 для трифазних мереж.

У лініях з нерівномірним навантаженням розрахунком визначається переріз проводів усіх фаз, а також переріз нульового проводу. Переріз нульового проводу при цьому може бути більше перерізу деяких фазних проводів.

Розрахунок мереж з нерівномірним навантаженням фаз у загальному вигляді складний і вимагає великої витрати часу. Для окремого випадку - мереж з чисто активним навантаженням - Д.Г. Цейтліним запропонований досить простий і достатньо точний для практичного вживання метод розрахунку, в якому втрати напруги окремих фаз виражаються через втрати напруги у фазних проводах і часткові втрати в нульовому проводі:

$$\left. \begin{aligned} \Delta U_A &= \Delta U_{\phi A} + \Delta U_{0A} - \frac{1}{2} (\Delta U_{0B} + \Delta U_{0C}), \\ \Delta U_B &= \Delta U_{\phi B} + \Delta U_{0B} - \frac{1}{2} (\Delta U_{0A} + \Delta U_{0C}), \\ \Delta U_C &= \Delta U_{\phi C} + \Delta U_{0C} - \frac{1}{2} (\Delta U_{0A} + \Delta U_{0B}). \end{aligned} \right\} \quad (4.29)$$

Втрати напруги у фазних і часткові втрати в нульовому проводах визначаються за співвідношеннями:

$$\left. \begin{aligned} \Delta U_{\phi A} &= \frac{\sum m_A}{cs_A} ; \quad \Delta U_{0A} = \frac{\sum m_A}{cs_0} \\ \Delta U_{\phi B} &= \frac{\sum m_B}{cs_B} ; \quad \Delta U_{0B} = \frac{\sum m_B}{cs_0} \\ \Delta U_{\phi C} &= \frac{\sum m_C}{cs_C} ; \quad \Delta U_{0C} = \frac{\sum m_C}{cs_0} \end{aligned} \right\} \quad (4.30)$$

де $\sum m_A$; $\sum m_B$; $\sum m_C$ - моменти навантажень окремих фаз, кВт.м;

s_A , s_B , s_C - перерізи проводів окремих фаз, мм²;

s_0 - переріз нульового проводу, мм²;

c - коефіцієнт, залежний від напруги мережі і матеріалу провідників (табл.4.6).

При $s_A = s_B = s_C = s_0$ формули мають вигляд

$$\Delta U_A \% = \frac{4\sum m_A - \sum m_B - \sum m_C}{2cs_A} \quad (4.31)$$

а при $s_o = 0,5$ $s_A = 0,5$ $s_B = 0,5$ s_C

$$\Delta U_A \% = \frac{3 \sum m_A - \sum m_B - \sum m_C}{c s_A} \quad (4.32)$$

Аналогічно записуються формули для двох інших фаз.

Приклад 4.5. Визначити втрати в трьох фазах мережі, зображеної в прикладі 4.4, при розфазуванні світильників у рядах A, B, C, A, B, C . Переріз мідних фазних і нульових проводів - 2,5 мм². Напруга мережі - 380/220 В. Коефіцієнт c приймаємо для двопровідної мережі з нульовим проводом рівним 12.

Моменти навантажень фаз рівні:

$$m_A = 0,27 (27 + 45 + 21 + 39 + 27 + 45) = 55,08 \text{ кВт.м},$$

$$m_B = 0,27 (33 + 51 + 27 + 45 + 33 + 51) = 64,8 \text{ кВт.м},$$

$$m_C = 0,27 (39 + 57 + 33 + 51 + 39 + 57) = 74,52 \text{ кВт.м}.$$

Втрати напруги при $s_A = s_B = s_C = s_o$ у фазах складуть

$$\Delta U_A \% = \frac{55,08 \times 4 - 64,8 - 74,52}{2 \times 12 \times 2,5} = 1,35 \%;$$

$$\Delta U_A \% = \frac{64,8 \times 4 - 55,08 - 74,52}{2 \times 12 \times 2,5} = 2,15 \%;$$

$$\Delta U_A \% = \frac{74,52 \times 4 - 55,08 - 64,8}{2 \times 12 \times 2,5} = 2,97 \%.$$

Щоб зрівняти втрати напруги у фазах, необхідно забезпечити рівність моментів навантаження фаз, для чого в другому ряді прийняти фазування B, C, A, B, C, A а в третьому – C, A, B, C, A, B .

Визначення суми моментів $\sum m$.

Коли однакове одиничне навантаження розподілено рівномірно уздовж всієї лінії або по окремих її ділянках, то момент навантаження може визначатися, як це показано на рис. 4.5.

Для мережі по рис. 4.5, а

$$\sum m = P\left(\frac{l}{2}\right); \quad (4.33)$$

для мережі по рис. 4.5, б

$$\sum m = P\left(l_1 + \frac{l_2}{2}\right); \quad (4.34)$$

и мережі по рис. 4.5, в

$$\sum m = P_1\left(l_1 + \frac{l_2}{2}\right) + P_2\left(l_1 + l_2 + l_3 + \frac{l_4}{2}\right); \quad (4.35)$$

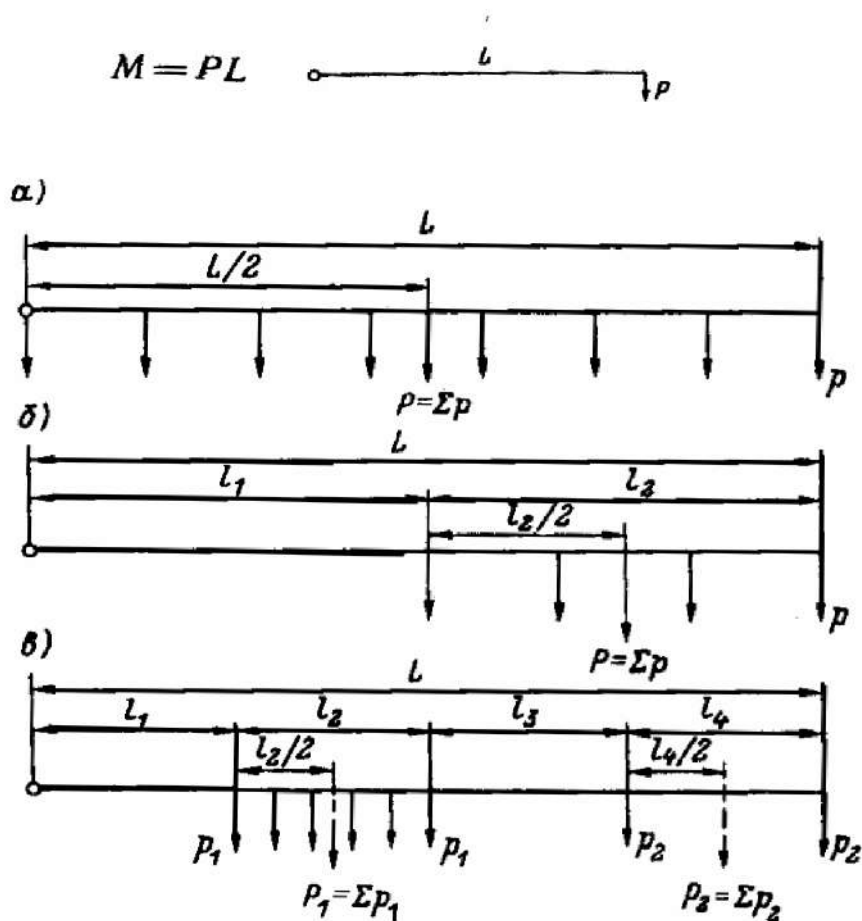


Рис. 4.5 - Приклади визначення моментів навантаження

Таблиця 4.6 - Значення коефіцієнта s , що входить у формули для розрахунку мереж по втраті напруги.

Номинальна напруга мережі, В	Система мережі і рід струму	Значення коефіцієнта s для провідників	
		мідних	алюмінієвих
380/220	Трифазна з нулем	72	44
380/220	Двофазна з нулем	32	19,5
220	Двохпроводна змінного або постійного струму	12	7,4

4.3.5. Розрахунок мережі на якнайменшу витрату провідникового матеріалу

Одним з важливих завдань розрахунку мережі на втрату напруги є встановлення раціонального і найекономічнішого розподілу втрати напруги, що розташовується між окремими ділянками розгалуженої мережі. Одним з методів, вживаним на практиці, є метод розрахунку на якнайменшу витрату провідникового матеріалу.

У даному випадку розрахунок мережі ведуть за формулою:

$$s = \frac{\sum M + \sum \alpha m}{c \Delta U}, \quad (4.36)$$

де s - переріз ділянки мережі, мм²;

$\sum M$ - сума моментів даного і всіх подальших (за напрямком струму) ділянок з тим же числом проводів в лінії, що і на даній ділянці, кВт.м;

$\sum \alpha m$ - сума моментів усіх відгалужень, живлених даною ділянкою з числом проводів лінії іншим, ніж ця ділянка, кВт.м. Перед підсумовуванням всі моменти помножують на коефіцієнт приведення моментів α' , залежний від числа дротів на ділянці і відгалуженні (табл. 4.7);

ΔU - розрахункові втрати напруги, %, що допускаються від початку даної ділянки до кінця мережі.

Формула послідовно застосовується до всіх ділянок мережі, починаючи від ділянки, найближчої до джерела живлення. За вибраним перерізом даної ділянки визначають втрати напруги в ньому. Подальші ділянки розраховують за

різницею між розрахунковою втратою напруги і втратами до початку даної ділянки. Перерізи проводів, одержані при розрахунку по втраті напруги, округляють до стандартних значень.

Таблиця 4.7 - Значення коефіцієнта приведення моментів a

Лінія	Відгалуження	Значення коефіцієнта a
Трифазна з нулем	Однофазне	1,85
	Двофазне з нулем	1,37
Двофазна з нулем	Однофазне	1,33
Трифазна	Двофазне	1,15

Приклад 4.6. Зробити розрахунок на найменшу витрату провідникового матеріалу мережі, зображеної на рис. 4.6. Напруга мережі 380/220 В, розрахункові втрати напруги 5%. Мережа виконана кабелями й проводами з алюмінієвими жилами.

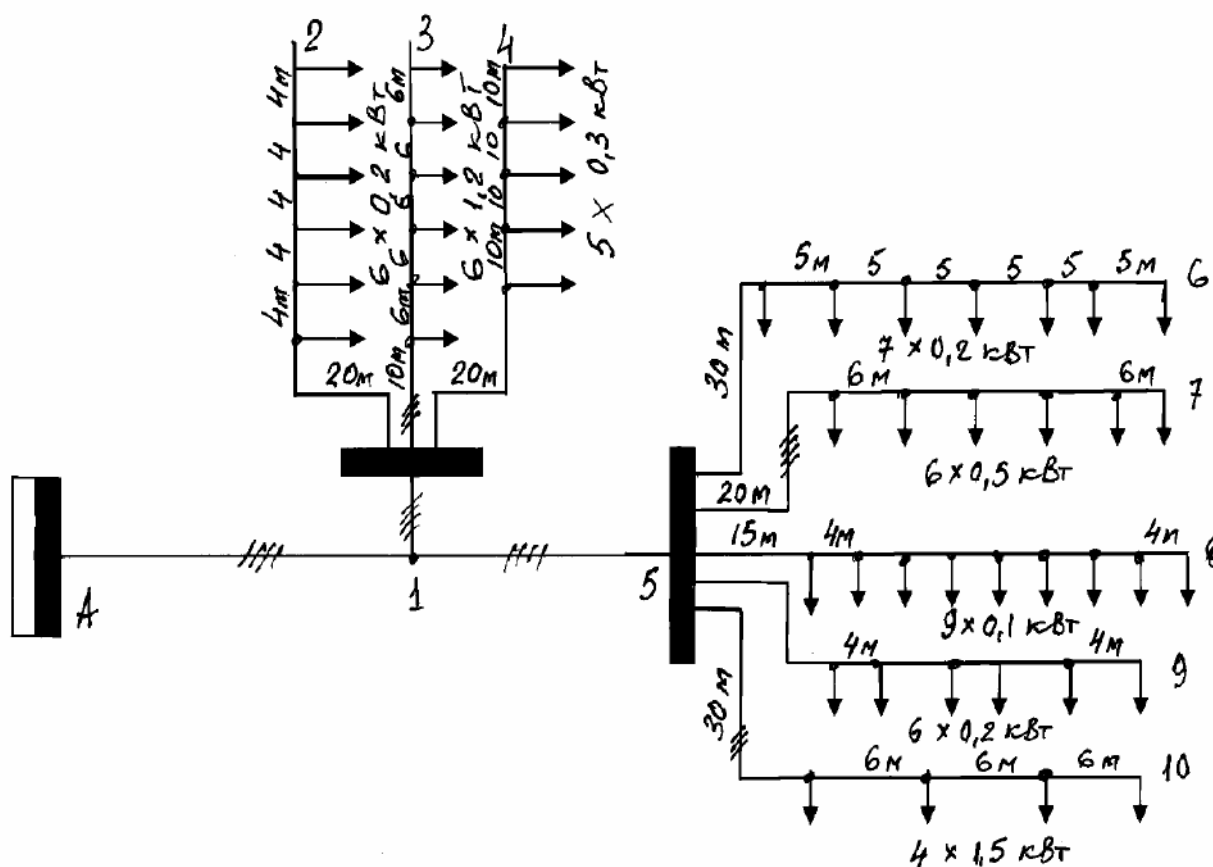


Рис.4.6 для прикладу 4.6.

Розв'язання

Визначимо моменти всіх ділянок мережі.

Моменти чотирипровідних ділянок:

$$M_{A-I} = 22,4 \times 40 = 896 \text{ кВт.м}$$

$$M_{I-5} = 12,5 \times 40 = 500 \text{ кВт.м}$$

$$M_{5-7} = 3 \left(20 + \frac{6(6-1)}{2} \right) = 105 \text{ кВт.м}$$

Моменти трипровідних ділянок:

$$m_{I-3} = 7,2 \left(10 + \frac{6(6-1)}{2} \right) = 180 \text{ кВт.м}$$

$$m_{5-10} = 6 \left(30 + \frac{6(4-1)}{2} \right) = 234 \text{ кВт.м}$$

Моменти двопровідних ліній:

$$m_{I-2} = 1,2 \left(20 + \frac{4(6-1)}{2} \right) = 36 \text{ кВт.м}$$

$$m_{I-4} = 1,5 \left(20 + \frac{10(5-1)}{2} \right) = 60 \text{ кВт.м},$$

$$m_{5-6} = 1,4 \left(30 + \frac{5(7-1)}{2} \right) = 63 \text{ кВт.м},$$

$$m_{5-8} = 0,9 \left(15 + \frac{4(9-1)}{2} \right) = 28 \text{ кВт.м},$$

$$m_{5-9} = 1,2 \left(20 + \frac{4(6-1)}{2} \right) = 36 \text{ кВт.м}.$$

Значення коефіцієнтів приведення моментів a рівні

1,37 – для m_{I-3} ; m_{5-10} ;

1,83 – для всіх інших m .

Визначаємо переріз головної ділянки за формулою

$$S_{A-I} = \frac{\sum M + \sum am}{C \Delta U}$$

$$S_{A-I} = \frac{(896 + 105 + 500) + 1,37 (180 + 234) + 1,83 (36 + 60 + 63 + 28 + 36)}{44 \times 5} = 11,25$$

Приймаємо стандартний переріз 16 мм²
Дійсні втрати напруги на ділянці А-1 рівні

$$\Delta U_{A-1} = \frac{896}{44 \times 16} = 1,27 \%$$

Втрати напруги на наступних ділянках

$$\Delta U_{1-2} = \Delta U_{1-3} = \Delta U_{1-4} = \Delta U_{1-6} = \Delta U_{1-7} = \Delta U_{1-8} = \Delta U_{1-9} = \Delta U_{1-10} = 5 - 1,27 = 3,73$$

Знаходимо перерізи ділянок відгалужень від точки 1:

$$S_{1-2} = \frac{36}{7,4 \times 3,73} = 1,3 \quad \text{приймаємо стандартний переріз 2,5 мм}^2,$$

$$S_{1-3} = \frac{180}{19,5 \times 3,73} = 2,47 \quad \text{приймаємо переріз 2,5 мм}^2,$$

$$S_{1-4} = \frac{60}{7,4 \times 3,73} = 2,1 \quad \text{приймаємо переріз 2,5 мм}^2.$$

Розрахуємо переріз ділянки 1-5

$$S_{1-5} = \frac{\sum M + \sum am}{3 \times \Delta U} = \frac{(500 + 105) + 1,37 \times 234 + 1,83(63 + 28 + 36)}{44 \times 3,73} = 7,05$$

Приймаємо переріз ділянки 1-5 рівним 10 мм², при цьому дійсні втрати напруги на даній ділянці складуть:

$$\Delta U_{1-5} = \frac{500}{44 \times 10} = 1,14 \%$$

Втрати напруги на ділянках від крапки 5 будуть рівні:

$$\Delta U_{5-6} = \Delta U_{5-7} = \Delta U_{5-8} = \Delta U_{5-9} = \Delta U_{5-10} = 3,73 - 1,14 = 2,59 \%$$

Знаходимо перерізи групових ліній від щитка точки 5

$$S_{5-6} = \frac{63}{7,4 \times 2,59} = 3,28 \text{ приймаємо } 4 \text{ мм}^2,$$

$$S_{5-7} = \frac{105}{44 \times 2,59} = 0,92 \text{ приймаємо } 2,5 \text{ мм}^2,$$

$$S_{5-8} = \frac{28}{7,4 \times 2,59} = 1,46 \text{ приймаємо } 2,5 \text{ мм}^2,$$

$$S_{5-9} = \frac{36}{7,4 \times 2,59} = 1,87 \text{ приймаємо } 2,5 \text{ мм}^2,$$

$$S_{5-10} = \frac{234}{19,5 \times 2,59} = 4,63 \text{ приймаємо } 6 \text{ мм}^2.$$

4.3.6. Вибір перерізу нульових проводів

Правилами влаштування електроустановок встановлюється, що провідність нульового робочого провідника від нейтралі генератора або трансформатора повинна бути не менше 50 % провідності фазних проводів.

У трифазних лініях з симетричним навантаженням фаз, керованих триполюсними апаратами, немає необхідності у вживанні перерізу нульових провідників вище 50 мм² (мідних) і 70 мм² (алюмінієвих).

В однофазних і симетрично навантажених лініях перерізу нульових і фазних провідників повинні бути однаковими.

У трифазних лініях з пофазним відключенням нульові провідники повинні забезпечувати струм, рівний фазному.

Переріз нульових робочих провідників трифазних живлячих, розподільних і групових ліній з лампами люмінесцентними, ДРЛ, ДРІ, ДРІЗ, ДНаТ при одночасному відключенні всіх фазних провідників лінії повинен вибиратися:

для ділянок мережі, по яких протікає струм від ламп з некомпенсованими ПРА, - за робочим струмом самої навантаженої фази;

для ділянок мережі, по яких протікає струм від ламп з компенсованими ПРА, - не менше 50 % перерізу фазного проводу.

У двух- і трифазних лініях з нерівномірним завантаженням фаз, а також при об'єднанні нульових проводів декількох ліній перетин нульового провідника визначається розрахунком.

4.4. Компенсація реактивної потужності.

Розрядні лампи включаються в електричну мережу за допомогою пуско-регулюючої апаратури (ПРА), що викликає струм вищих гармонік в нульових робочих проводах трифазної лінії і знижує коефіцієнт потужності ($\cos\varphi$). Це необхідно враховувати при розрахунку мережі.

ПРА розділяють на компенсовані й некомпенсовані по $\cos\varphi$. Для підвищення $\cos\varphi$ до 0,9 – 0,95, як правило, використовують статичні конденсатори. Компенсація $\cos\varphi$ може бути індивідуальною і груповою. При індивідуальній компенсації конденсатори встановлюють у кожного світильника, при груповій – приєднують до початку кожної групової лінії.

Індивідуальна компенсація виконується, як правило, заводами – виготовниками світильників. Багатолампові світильники з люмінесцентними лампами мають ПРА, забезпечуючі $\cos\varphi$ не нижче 0,92; однолампові світильники, за умови вживання рівної кількості світильників з випереджаючими і відстаючими гілками, - не нижче 0,85.

Більшість світильників зовнішнього освітлення з РЛВД має ПРА з конденсаторами, що забезпечують $\cos\varphi$ не нижче 0,85, тому вживати додаткові заходи з підвищення коефіцієнта потужності також не вимагається.

Освітлювальні прилади внутрішнього освітлення з РЛВД випускають з ПРА, створюючими при живленні світильників напругою 220 В $\cos\varphi$, рівний в середньому 0,5, при 380 В - 0,35.

При великій потужності освітлювальної установки з некомпенсованими ПРА джерел світла повинна передбачатися групова компенсація реактивної потужності. Для цього в установках з РЛ використовують трифазні конденсатори на напругу 380 В.

Реактивна потужність конденсаторів Q (в кіловольт-амперах реактивних кВАр), необхідна для підвищення $\cos\varphi_1$ до значення $\cos\varphi_2$, визначається за формулою

$$Q = P (\operatorname{tg} \varphi_2 - \operatorname{tg} \varphi_1), \quad (4.37)$$

де P - реактивна потужність (номінальна потужність РЛ з урахуванням втрат в ПРА), кВт.

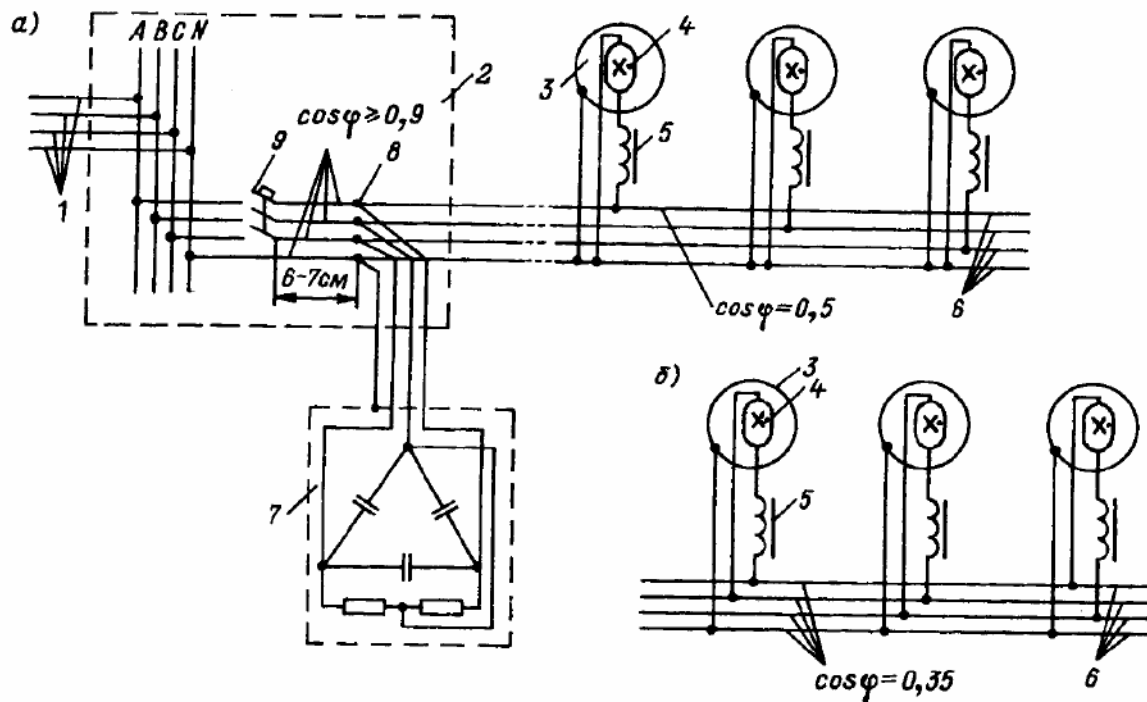


Рис. 4.7 - Схема приєднання конденсаторної установки до групової лінії:
а) – 220 В; б) – 380 В

Підраховано, що для підвищення $\cos \varphi$ з 0,5 або 0,35 до 0,9 на кожний кіловат потужності ламп необхідна потужність трифазного конденсатора відповідно 1.2 і 2.2 кВАр.

ТЕМА 5. ЗАХИСТ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ МЕРЕЖ

5.1 Загальні положення

Всі освітлювальні мережі повинні мати захист від струмів короткого замикання (КЗ), а в деяких випадках також від перевантаження.

Захист від перевантаження повинні мати:

мережі внутрішнього освітлення, виконані відкрито прокладеними проводами з горючою зовнішньою оболонкою або ізоляцією;

освітлювальні мережі в житлових і суспільних будівлях, в торгових приміщеннях, службово-побутових приміщеннях промислових підприємств, включаючи мережі для побутових і переносних електроприймачів (праски, чайники, плити, кімнатні холодильники, пылесосы, пральні й швейні машини і т. п.), при будь-яких видах проводок;

мережі у вибухобезпечних і пожежобезпечних зонах при будь-яких видах проводів, кабелів і способах проводки.

Захист освітлювальних мереж здійснюється апаратами захисту. Апаратом захисту називається апарат, що автоматично відключає електричний ланцюг, який захищається, при аномальних режимах. До апаратів захисту відносяться запобіжники й автоматичні вимикачі (автомати).

Для захисту освітлювальних мереж найбільш поширені автоматичні вимикачі. Однією з переваг автоматів перед запобіжниками є можливість використання їх не тільки як захисних, але і як відключаючих апаратів (апаратів управління).

Для захисту освітлювальних мереж слід застосовувати автомати з розчіплювачами, що мають обернено залежну від струму тимчасову характеристику (із зростанням струму час відключення зменшується). Автомати, що мають тільки електромагнітний миттєводіючий розчіплювач, для освітлювальних мереж застосовувати не рекомендується.

Автоматичні вимикачі, вживані для захисту освітлювальних мереж, мають наступні, обернено залежні від струму тимчасові характеристики розчіплювачів:

- теплові нерегульовані;
- комбіновані (теплові й електромагнітні) нерегульовані;
- комбіновані (теплові й електромагнітні) регульовані.

5.2. Вибір струмів апаратів захисту

Захист електричних мереж від струмів КЗ повинен забезпечувати відключення аварійної ділянки з найменшим часом і, по можливості, - вимоги селективності.

Для забезпечення селективності захисту і, якщо це не приводить до завищення перерізу провідників, струм кожного апарату захисту рекомендується приймати не менш ніж на два ступені більше наступного апарату, рахуючи від електроприймача, найвіддаленішого від джерела живлення. Різниця не менше ніж на один ступінь обов'язкова у всіх випадках.

Номінальні струми уставок автоматів і плавких уставок запобіжників слід вибирати по можливості якнайменшими за розрахунковими струмами ділянок мережі, що захищаються.

При захисті автоматами, що мають тільки електромагнітний розчіплювач, струм КЗ повинен бути не менше струму уставки, помноженого на коефіцієнт 1,4 для автоматів до 100 А і на 1,25 для інших автоматів. При установці автоматів з тепловими і комбінованими розчіплювачами в шафах або ящиках і виборі розчіплювачів за розрахунковими струмами ліній вказані в каталогах номінальні струми розчіплювачів рекомендується знижувати на 10 % унаслідок того, що

температура повітря в шафі або ящику може виявитися вище 25°C, тобто температури, на яку калібрується тепловий розчіплювач.

Номинальний струм апаратів захисту (розчіплювач й автоматів і плавкі вставки запобіжників) для групових ліній внутрішнього освітлення повинен бути не більше 25 А, а групові лінії, що живлять РЛ потужністю 125 Вт і більше й лампи розжарювання 500 Вт і більше, можуть захищатися апаратами захисту на струм до 63 А.

5.3. Місця установки апаратів захисту

Апарати захисту повинні встановлюватися в наступних пунктах освітлювальної мережі:

- у місцях приєднання мережі до джерел живлення (розподільні щити ТП, розподільні пункти, магістральні шинопроводи та ін.);

- на введеннях в будівлі;

- у групових щитках на початку кожної групової лінії;

- у місцях зменшення перерізу проводів у напрямку до електроприймачів,

- з боку вищої напруги знижувальних трансформаторів. У цих випадках номінальні струми плавких елементів запобіжників і струми уставок автоматів повинні бути можливо ближче до номінального струму трансформаторів. При живленні однією групою не більше трьох трансформаторів захист може здійснюватися загальним захисним апаратом на початку лінії;

- з боку нижчої напруги знижувальних трансформаторів.

Апарати захисту в освітлювальних мережах допускається не встановлювати в наступних місцях:

- при зниженні перерізу - по довжині лінії і на відгалуженнях від неї, якщо захисний апарат лінії захищає також ділянку з пониженим перерізом;

- при зменшенні перерізу - по довжині лінії і на відгалуженнях від неї, якщо зменшений переріз не менше 50 % перерізу початкової ділянки лінії;

- у місцях відгалужень від лінії до електроприймачів малої потужності (світильники, побутові електроприлади і т.п.), якщо живляча лінія захищається апаратом з уставкою не більше 25 А, без обмеження довжини і перерізів;

- у місцях відгалужень від лінії до електроприймачів малої потужності (світильники, побутові електроприлади і т.п.), якщо лінія захищена апаратом з уставкою вище 25 А, але не більше 63 А при довжині до 3 метрів при будь-якому способі прокладки і при прокладці в сталевій трубі без обмеження довжини.

Апарати захисту повинні встановлюватися безпосередньо в місцях приєднання проводів, що захищаються, до живлячої лінії.

Апарати захисту повинні встановлюватися в ланцюзі наступних проводів:

при захисті мереж запобіжниками останні повинні встановлюватися у всіх нормально незаземлених полюсах і фазах. Установка запобіжників в нульових робочих проводах забороняється;

при захисті мереж з глухозаземленою нейтраллю автоматами їх розчіплювачі повинні встановлюватися у всіх нормально незаземлених проводах. В однофазних двопровідних лініях у вибухонебезпечних зонах класу В-1 розчіплювачі автоматів повинні встановлюватися в ланцюзі фазного і нульового робочого проводів, при цьому для одночасного відключення повинні застосовуватися двополюсні автомати;

при захисті мереж з ізольованою нейтраллю у трипровідних мережах трифазного струму і в двопровідних мережах однофазного і постійного струму допускається встановлювати розчіплювачі автоматів в двох фазах при трипровідній мережі і в одній фазі (полюсі) при двопровідній мережі. При цьому в межах однієї і тієї ж електроустановки захист слід здійснювати в одних і тих же фазах (полюсах).

ТЕМА 6. ЗАЗЕМЛЕННЯ І ЗАНУЛЕННЯ В ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ УСТАНОВКАХ

Основним заходом захисту від ураження електричним струмом в освітлювальних установках є заземлення або занулення металевих частин електроустаткування і мереж, що нормально не знаходяться під напругою. У мережах з ізольованою нейтраллю виконується заземлення, в мережах із заземленою нейтраллю - занулення.

Заземленням якої-або частини електроустановки називається навмисне електричне з'єднання цієї частини із заземляючим пристроєм.

Захисним заземленням називається заземлення частин електроустановки з метою забезпечення електробезпеки.

Зануленням в електроустановках напругою до 1 кВ називається навмисне з'єднання частин електроустановки, що нормально не знаходяться під напругою, з глухозаземленою нейтраллю генератора або трансформатора в мережах трифазного струму.

Заземлення або занулення освітлювальних установок виконується:

а) при напрузі у світильників 380 В і вище за змінний струм 440 В і вище за постійний струм у всіх освітлювальних установках;

б) при напрузі у світильників вище 42 В, але нижче 380 В змінного струму, а також вище 110 В, але нижче 440 В постійного струму - тільки в приміщеннях з підвищеною небезпекою, в особливо небезпечних приміщеннях і в зовнішніх установках.

Заземлення і занулення не потрібне для освітлювальних установок з номінальною напругою до 42 В змінного струму і 110 В постійного струму у всіх випадках, за винятком установок у вибухонебезпечних зонах.

До частин, що підлягають зануленню або заземленню в освітлювальних установках, відносяться:

корпуси світильників, знижувальних трансформаторів;

каркаси розподільних щитків, пунктів, ящиків, шаф, щитків управління;

металеві конструкції розподільних пристроїв, металеві кабельні конструкції, металеві оболонки і броня кабелів, металеві рукави і труби електропроводки, кожухи і опорні конструкції шинопроводів, лотки, коробки, струни, троси і сталеві смуги, на яких укріплені кабелі і проводи та інші металеві конструкції, на яких встановлено устаткування;

металеві корпуси пересувних і переносних електроприймачів.

Заземлення і занулення корпусів світильників загального освітлення з лампами розжарювання і з РЛ з вбудованими всередину світильника ПРА слід здійснювати:

1) у мережах з глухозаземленою нейтраллю із системою заземлення TN-C-S: при введенні в світильник кабелю, ізольованих дротів в трубі, металорукава або при прихованій проводці без труб - відгалуженням від PEN-провідника усередині світильника; при введенні в світильник відкритих проводів - ізольованим проводом, приєднаним до заземлюючого гвинта корпусу світильника і до PEN-провідника у найближчої до світильника нерухомої опори або коробки; при цьому вільно підвішений провід повинен бути гнучким;

2) у тих же мережах з системою заземлення TN-S - шляхом приєднання до РЕ-провідника;

3) у мережах з ізольованою нейтраллю – проводом, приєднаним до заземляющому гвинта корпусу світильника і заземляющому провідника;

4) заземлення або занулення корпусів світильників загального освітлення з лампами ДРІ, ДРІЗ, ДНаТ, ДРЛ і люмінесцентними лампами з винесеними ПРА слід здійснювати за допомогою перемички між заземляючим гвинтом заземленого (зануленого) ПРА і заземляючим гвинтом світильника. Металеві відбивачі світильників з корпусами з ізолюючих матеріалів заземляти не потрібно.

ТЕМА 7. МОНТАЖ І ЕКСПЛУАТАЦІЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК

7.1. Розподільні й групові освітлювальні щитки

Розподільні й групові шафи, пристрої, пункти і щитки призначені для розподілу електричної енергії, захисти електричних установок при

перевантаженнях і коротких замиканнях, а також для нечастих (до 6 в годину) оперативних включень і відключень електричних ланцюгів.

За призначенням групові щитки діляться на дві групи:

- для промислових, адміністративних і суспільних будівель і споруд ;
- для житлових будівель.

За родом захисту від дії навколишнього середовища щитки можуть мати наступні конструктивні виконання: захищене, закрите, бризконепроникне, пилонепроникне, вибухозахищене і хімостійке.

Захищеними називаються групові щитки, конструкція яких виключає можливість випадкового дотику до токоведущим частин і попадання всередину щитка сторонніх предметів.

Закритими називаються захищені групові щитки, в яких внутрішня порожнина відокремлена від зовнішнього середовища оболонкою, перешкоджаючою проникненню в нього пилу. Якщо ж ущільнення оболонки виконано таким чином, що всередину щитка не проникає тонкий пил, то таке виконання групового щитка називається пиленепроникним.

Бризконепроникні групові щитки мають пристосування, перешкоджаючі проникненню в них водяних бризок, падаючих під кутом до 45 градусів до вертикалі з будь-яким кутом.

Вибухонепроникними і називаються групові щитки, що мають одне з виконань вибухозахищеного устаткування.

Груповими щитками, стійкими в умовах дії на них того чи іншого хімічно агресивного середовища (хімостійкі), називаються щитки, в яких вибрані конструкційні матеріали і види покриттів надійно протистоять агресії середовища.

За способом установки групові щитки підрозділяються:

- для відкритої установки на стінах, колонах, конструкціях;
- для втопленої установки.

Для відкритої установки застосовуються щитки будь-якого з вище перелічених виконань по роду захисту від дії навколишнього середовища. Для втопленої установки щитки виготовляються тільки в захищеному виконанні.

Щитки в захищеному виконанні можуть встановлюватися у всіх приміщеннях, окрім сирих, запорошених, вибухо- і пожежобезпечних, а також приміщень з хімічно активним середовищем. У такому виразі виготовляють щитки для житлових будинків і більшості приміщень адміністративних і суспільних будівель.

При виборі щитків для конкретних приміщень в першу чергу необхідно орієнтуватися на допустиме для даного середовища конструктивно найпростіше і дешевше їх виконання.

Розміщуючи щитки, слід по можливості вибирати для їх установки приміщення з кращими умовами середовища.

Конструкція щитка повинна допускати заміну захисних комутаційних апаратів без демонтажу щитків.

Контактні затиски для приєднання живлячих і відходять ліній повинні допускати приєднання як мідних, так і алюмінієвих дротів або кабелів. Повинна бути забезпечена можливість введення і виведення ліній як зверху, так і знизу щитка. Дверці щитка повинні вільно відкриватися на кут не менше 120 градусів для забезпечення зручності експлуатації.

При вирішенні питань розміщення групових щитків враховують наступні рекомендації:

а) щитки повинні розташовуватися по можливості в центрі зосередження навантаження, оскільки тим самим скорочується протяжність групової мережі і полегшується переріз дротів; допускається зсув групових щитків у бік джерел живлення;

б) щитки повинні встановлюватися в місцях, вільних від устаткування і зручних для обслуговування. Рекомендується, особливо в будівлях без цілодобової роботи, розташовувати щитки поблизу основних входів. У цехах з хімічно активним, запорошеним і несприятливим середовищем рекомендується встановлювати щитки в цехових електроприміщеннях;

в) щитки повинні, як правило, забезпечувати живленням ті поверхи будівель, на яких вони встановлені; виняток допускаються для щитків аварійного освітлення;

г) щитки з вимикачами треба розташовувати так, щоб були видні керовані ними світильники;

д) в будівлях з технічними поверхами для живлення світильників, обслуговуваних з технічного поверху, допускається установка щитків на тому ж технічному поверсі.

У даний час для виробничих і суспільних будівель найбільш широко застосовують наступні типи групових щитків:

- розподільні пункти серій ПР8501, ПР8503 і ПР8703 з одно- і триполюсними автоматами;

- розподільні шафи серії ШК85 з чотирма триполюсними автоматами і чотирма трифазними конденсаторами потужністю по 33,3 кВАр для підвищення $\cos\phi$ РЛВД (замість розподільних пунктів ПР 41);

- групові щитки типа ЯОУ-8501 – ЯОУ-8508 з однополюсними автоматами;

- щитки заводів «Електромонтаж» типів ОП, ОЩ, ОЩВ, УОЩВ з однополюсними автоматами;

- щитки розподілу енергії групових силових і освітлювальних мереж ЩРО 8505 з однополюсними автоматами;

- щитки освітлювальні групові ЩО 8505 з одно-, дво-, три- і чотириполюсними автоматами;

– щитки освітлювальні вибухонепроникні типу ЩОВ-А з однополюсними автоматами.

Застосовують також щитки місцевого виробництва.

Для житлових будівель застосовують щитки поверхові захисні ЩЕ 8505, щитки квартирні ЩК 8805 і щитки обліково-розподільні поверхові ЩУР 8805.

Щитки освітлювальні групові одностороннього обслуговування уніфіковані типа ЯОУ призначені для установки в мережах змінного струму напругою 380/220 В частоти 50 і 60 Гц із заземленою нейтраллю. Щитки комплектуються ввідними пакетними вимикачами на номінальний струм 63 і 100 А або ввідними шинами, а на лініях, що відходять, автоматичними вимикачами на номінальний струм 25 і 63 А. Щитки мають кліматичне виконання У, Т, УХЛ, категорія розміщення 3 і 4.

Щитки освітлювальні типів ОП, ОЩ, ОЩВ (настінні) і УОЩВ (встановлювані в ніші) призначені для розподілу електроенергії, а також для захисту від перевантажень і струмів короткого замикання в освітлювальних групових лініях у мережах із заземленою нейтраллю напругою до 380 В частоти 50 Гц. Технічні дані щитків наводяться в каталогах виробів заводів-виготівників і в довідковій літературі.

У даний час випускаються малострумові (до 50 А) щитки освітлювальні групові ЩО 8505, призначені для установки в житлових, суспільних, промислових та інших будівлях і можуть замінити щитки типів ЯОУ, ОП, ОЩ, ОЩВ, УОЩВ. Щитки ЩО8505 передбачають різні варіанти вживання одно-, дво-, три- і чотириполюсних вимикачів. Щитки випускаються як з ввідним, так і без ввідного вимикача, як навісного, так і втопленого виконань.

Таблиця 7.1 - Технічні дані освітлювальних щитків серій ОП, ОЩ, ОЩВ, УОЩВ.

Тип щитка	Число однофазних груп	Пристрій або ввідної апарат	Апарати на вихідних лініях	Спосіб установки
ОП – 3УХЛ4	3	Зажими	АЕ1000	Настінний
ОП – 6УХЛ4	6		АЕ1000	
ОП - 9УХЛ4	9		АЕ1000	
ОП – 12УХЛ4	12		АЕ1000	
ОЩ – 6УХЛ4	6	АЕ 2046-10 АЕ2056 -10 АЕ2046 -10 АЕ2056 -!0	А63	У ніші
ОЩ - 12УХЛ4	12		А63	
ОЩВ – 6АУХЛ4	6		А3161	
ОЩВ – 12АУХЛ4	12		А3161	
УОЩВ– 6АУХЛ4	6		А3161	
УОЩВ–12АУХЛ4	12		А3161	

Щитки розподілу енергії групових силових і освітлювальних мереж ЩРО8505 призначені для введення (прийому) і розподілу електричної енергії напругою 380/220 В змінного струму частотою 50, 60 Гц, захисту освітлювальних ліній і електроустаткування від перевантажень і коротких замикань, а також нечастих оперативних включень і відключень електричних ланцюгів. Щитки серії ЩРО 8505 можуть замінити щитки освітлювальні типа ЯРН, що випускаються в даний час, ЯРУ, ЯОУ, ОП, ОЩ, ОЩВ, УОЩВ, шафи розподільні ПР 11 і частково ПР 8503. Застосовуються в електроустановках суспільних, промислових, сільськогосподарських та ін. будівель і споруд.

За способом установки класифікуються на:

навісні – на вертикальних площинах будівельних конструкцій (стінах, колонах і т.п.)

втоплені – у спеціальних нішах (поглибленнях) стін.

Щитки ЩРО 8505 комплектують автоматичними вимикачами серії ВА:

- вимикачі введення:

ВА 57Ф35 на номінальні струми 80, 100, 125, 160, 200, 250 А;

ВА 57-39 (ВА 52-39) на номінальні струми 320, 400 А.

- вимикачі розподілу:

ВА 61-29 на номінальні струми від 0,5 до 63 А.

Щитки освітлювальні групові ЩО 8505 до 50 А призначені для розподілу електричної енергії, захисту від перевантажень і струмів короткого замикання освітлювальних і силових мереж змінного струму напругою 380/220 В частоти 50, 60 Гц і для нечастих включень і відключень електричних ланцюгів.

Щитки передбачають різні варіанти вживання одно-, дво-, три-, і чотириполюсних вимикачів.

Щитки призначені для установки в житлових, суспільних, промислових та інших будівлях. Щитки групові освітлювальні ЩО 8505 можуть замінити щитки освітлювальні типу ОП, ОЩ, ОЩВ, УОЩВ.

Щитки класифікують за:

- наявністю або відсутністю ввідних вимикачів;

- максимальною кількістю і типовиконанням вимикачів розподілу (в однополюсному виконанні);

- способом установки: навісні й втоплені.

Щитки ЩО 8505 комплектують ввідними і лінійними автоматичними вимикачами ВА 61-29.

Структура умовного позначення аналогічна структурі позначення щитків ЩРО 8505.

Структура умовного позначення

	ЩРО	8	5	05	XX	XX	X	УХЛЗ.1	Умовне позначення щитка розподілу енергії групових силових і освітлювальних мереж за призначенням – ЩРО
--	------------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	----------	---------------	---

	ЩРО	8	5	05	XX	XX	X	УХЛЗ.1	Умовне позначення класу НКУ введення і розподілу електроенергії – 8
--	------------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	----------	---------------	---

	ЩРО	8	5	05	XX	XX	X	УХЛЗ.1	Група НКУ розподілу електричної енергії із застосуванням автоматичних вимикачів – 5
--	------------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	----------	---------------	---

	ЩРО	8	5	05	XX	XX	X	УХЛЗ.1	Порядковий номер розробки – 05
--	------------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	----------	---------------	--------------------------------

	ЩРО	8	5	05	XX	XX	X	УХЛЗ.1	Номер схеми (двозначний)
--	------------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	----------	---------------	--------------------------

	ЩРО	8	5	05	XX	XX	X	УХЛЗ.1	Кількість вимикачів розподілу в межах схеми
--	------------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	----------	---------------	---

	ЩРО	8	5	05	XX	XX	X	УХЛЗ.1	Умовне позначення виконання за способом установки
--	------------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	----------	---------------	---

Спосіб установки									Умовне позначення
Навісне									Н
Втоплене									У

	ЩРО	8	5	05	XX	XX	X	УХЛЗ.1	Умовне позначення кліматичного виконання і категорії розміщення за ГОСТ 15150 - УХЛЗ.1
--	------------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	----------	---------------	--

7.2. Апарати захисту

Захист освітлювальних мереж при аномальних режимах роботи здійснюють апаратами захисту: автоматичними вимикачами (автоматами) і плавкими запобіжниками. Перевагами автоматів перед запобіжниками є: відновлення працездатності і можливість використання як апаратів управління.

Плавкі запобіжники – апарати одноразової дії, призначені для відключення ланцюга, що захищається, за допомогою руйнування спеціально передбачених для цього струмоведущих частин під дією струму, що перевищує певний струм. Запобіжники використовують для захисту ділянок мережі або всієї ОУ від дії струмів короткого замикання або від тривалих перевантажень.

Відповідно до ГОСТ 17242 – 86 плавкі запобіжники класифікують:

за числом полюсів – на одно-, дво- і триполюсні;

за наявністю і конструкцією основи – на запобіжники з основою, що калібрується, тобто такі, що не допускають установку в його основу плавкої вставки на номінальний струм, більший передбаченого для даного запобіжника, і запобіжники з основою, що не калібрується;

за способом монтажу – на власній основі; на основі комплектних пристроїв, на провідниках комплектних пристроїв;

за способом приєднання зовнішніх провідників до введень запобіжника – із заднім приєднанням, з переднім приєднанням, з переднім і заднім (універсальним) приєднанням;

за наявністю вільних контактів – з вільними контактами і без них;

за конструкцією плавкої вставки – з розбірною плавкою вставкою (із змінними плавкими вставками), з нерозбірною плавкою вставкою (з незмінними плавкими елементами);

за виглядом плавкої вставки залежно від струмів відключення;

за виглядом плавкої вставки залежно від швидкодії.

Таблиця 7.2 - Технічні дані плавких запобіжників на 380 В

Тип	Номінальний струм, А		Найбільший струм відключення, кА
	запобіжника	плавкої вставки	
Е 27	25	6,3; 10; 16; 25	0,6
Е 33	63	10; 16; 20; 25; 31,5; 63	1,0
ПР2 (1)	63	16; 20; 25; 31,5; 50; 63	1,8
ПР2 (2)	63	16; 20; 25; 31,5; 50; 63	4,5
НПН2-63	63	6,3; 10; 16; 20; 25; 31,5; 40; 63	10
ПН2-100	100	31,5; 40; 50; 63; 80; 100	100

Примітка: Цифри в дужках для плавких запобіжників типу ПР-2 характеризують виконання:

1 – короткі запобіжники, 2 – довгі запобіжники.

Ряд плавких вставок запобіжників типу Е оснащують показчиками спрацьовування, які фарбують в різні кольори; це полегшує заміну плавкої вставки, що вийшла з ладу.

Запобіжники ПР2 – розбірні без наповнювача; НПН2 – нерозбірні з наповнювачем; ПН2 – розбірні з наповнювачем.

Автоматичні вимикачі суміщають захисну і комутаційну функції і є апаратами багаторазової дії.

Захисні функції виконують розчіплюючими пристроями, які бувають тепловими, електромагнітними, напівпровідниковими і комбінованими, а комутаційні функції – за допомогою рукояток або кнопок, якими маніпулюють уручну; комутаційне положення вказують знаком 0 (відключене положення) або 1 (включене).

Для захисту освітлювальних мереж слід застосовувати автомати з розчіплювачами, що мають назадзалежну від струму характеристику, а саме тепловими нерегульованими або комбінованими (теповими і електромагнітними), як нерегульованими, так і регульованими. Автомати, що мають тільки електромагнітний, миттєводіючий розчіплювач, для освітлювальних мереж застосовувати не рекомендується.

Автоматичний вимикач АЕ1000 призначений для захисту освітлювальних мереж змінного струму напругою до 380 У від перевантажень і коротких замикань, а також для нечастих оперативних відключень і включень уручну.

Автоматичні вимикачі АЕ20 і АЕ20М призначені для захисту електричних мереж змінного струму напругою до 660 В. Структура умовного позначення АЕ20ХХ розшифровується в порядку написання:

АЕ – вимикач автоматичний;

20 – номер серії;

Х - умовне позначення номінального струму: 2 – 16 А; 4 – 63 А; 5 – 100 А; 6 – 160 А;

Х – число полюсів у комбінації з видом розчіплювача:

3 – триполюсні з електромагнітним розчіплювачем;

4 або 6 - відповідно одно- або триполюсні з електромагнітним і тепловим розчіплювачами;

буква М – модернізований автомат.

Таблиця 7.3 - Технічні дані автоматичних вимикачів

Тип	Номинальне значення		Число полюсів	Розчіплювач	Номинальний струм розчіплювача, А
	напруги, В	струму, А			
AE1000	380	25	1	Комбінований	6,3 – 25
AE2026	660	16	3		1,6 – 16
AE2044	660	63	1		10 – 63
AE2046	660	63	3		10 – 63
AE2046М	660	63	3		6,3 – 63
AE2046-10Б	380, 660	63	3		10 – 63
AE2056М	660	100	3	Тепловий	10 – 100
AE2066	660	160	3		16 – 160
A3161	380	50	1	Комбінований	16 – 50
A3162	380	50	2		16 – 50
A3163	380	50	3		16 – 50
BA51-25	660	25	3		6,3 – 25
BA51-29	660	63	1		6,3 – 63
BA51-31-1	660	100	1		6,3 – 100
BA51-31	660	100	3		6,3 – 100
BA51-33	660	160	3		80 – 160
BA51-35	660	250	3		100 – 250
BA61-29	380	63	1, 2, 3, 4		0,5 - 63

Автоматичні вимикачі типа А3160 одно-, дво- і триполюсні широко використовувалися в щитках ОЩ, ОЩВ, УОЩВ.

Автоматичні вимикачі серії ВА призначені для заміни всіх існуючих типів автоматів.

Структура умовного позначення вимикачів ВАХХ-ХХ:

ВА – вимикач автоматичний;

ХХ- - номер уніфікованої серії: 51 – струмонеобмежуючі з електромагнітними і тепловими розчіплювачами;

-ХХ – умовне позначення номінального струму, при цьому поєднання цифр означає: 25 – 25 А; 29 – 63 А; 30 – 80 А; 31 – 100 А; 32 – 125 А; 33 – 160 А; 35 – 250А; 37 – 400 А; 39 – 630 А; 41 – 1000 А; 43 – 1600 А; 45 – 2500 А; 47 – 4000 А.

Структура умовного позначення вимикача ВА61-296

ВА61 Х1 29 Х2 Х3 ХХ Х4

ВА61 – позначення серії;

X1 - наявність розчіплювачів:

F – з тепловим і електромагнітним розчіплювачем;

H – з електромагнітним розчіплювачем.

29 – номінальний струм серії, 63 А;

X2 – кількість полюсів з розчіплювачами: 1, 2, 3, 4.

X3 – характеристика розчіплювачів:

Тип В - застосовується для захисту електричних мереж адміністративних і житлових будівель.

Тип З - застосовується для захисту електричних мереж адміністративних і житлових будівель як ввідний вимикач і для споживачів з великими пусковими струмами.

Тип Д - аналогічно З, але з ще більшими пусковими імпульсами струму, наприклад, трансформатори або електродвигуни.

Тип Z - для захисту вимірювальних ланцюгів, ланцюгів управління і інших мереж з високим опором.

Тип L - для захисту промислових електричних мереж.

Тип До - для захисту промислових електричних мереж, електродвигунів, ламп.

XX - номінальний струм вимикача, А: 0,5; 0,8; 1,0; 1,6; 2,0; 2,5; 3,2; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63.

X4 - наявність нейтрального полюса NA.

Приклад запису позначення вимикачів:

ВА61F29 – 1K16 - вимикач однополюсний промислового призначення, номінальний струм 16 А, з тепловим і електромагнітним розчіплювачем, характеристика розчіплення До.

ВА61F29 - 1K40 NA+ УЗО –Д 30 мА - вимикач двополюсний, з одним захищеним полюсом, промислового призначення, номінальний струм 40 А, з тепловим і електромагнітним розчіплювачем, характеристика розчіплення До, з пристроєм захисного відключення УЗО-Д з уставкою $\Delta = 30$ мА.

7.3. Основні відомості про проводи, шнури й кабелі

Проводом називається провідник електроенергії, призначений для її передачі. Провід може бути голим, голим захищеним, ізольованим незахищеним і ізольованим захищеним.

Голий провід не має ні ізолюючих, ні захисних оболонок.

Голий захищений провід має оболонку (обмотка, оплітка, шар емалі і т.п.), що оберігає провідник від корозії.

Провідник ізолюваного незахищеного проводу укладений в ізолюючу оболонку (гумову, пластмасову і т.п.), але не має оболонки, що захищає від пошкоджень механічними діями.

Ізолювані захищені проводи мають зовнішню оболонку (металеву, гумову і т.п.), що захищає від механічних дій, а також від дій вологи, світла, різних хімічних речовин.

Ізолювані проводи на відміну від неізолюваних можуть бути не тільки одножильними, але і багатожильними, тобто можуть складатися з декількох ізолюваних один від одного провідників, укладених в загальну захисну оболонку.

Шнуром називається провідник, що складається з двох і більш скручених між собою ізолюваних дротів, що володіють значною гнучкістю, або з декількох ізолюваних гнучких проводів, укладених в загальну оболонку.

Кабелем називається провідник, що складається з однієї або декількох скручених разом ізолюваних жил, укладених в герметичну оболонку (алюмінієву, свинцеву і т.д.), поверх якої можуть бути нанесені захисні покриття.

Основними конструктивними елементами проводів, шнурів і кабелів є: струмопровідна жила, ізоляція, оболонка і зовнішні захисні покриття.

Струмопровідні жили виконують переважно з міді, алюмінію або алюмоміді і нормують за їх перерізом.

Жили з алюмінію перерізом від 2,5 до 16 мм² включно виготовляються однодротяними, а великих перерізів - одно- або багатодротяними (скрученими з окремих дротів).

Мідні струмопровідні жили залежно від експлуатаційних вимог до провідників виготовляють нормальними, гнучкими або особливо гнучкими. Гнучкі і особливо гнучкі жили будь-яких перерізів виготовляють багатодротяними.

Залежно від призначення для ізоляції жив кабелів, проводів і шнурів можуть застосовуватися різні сорти кабельного паперу, гуми і пластмаси.

Кабельний папір застосовується для ізоляції жив силових і контрольних кабелів. Паперова стрічка накладається методом обмотки на струмоведучу жилу і просочується у вакуумі нафтовим або синтетичним маслом.

Ізоляційні гуми виготовляють на основі натурального і синтетичного каучуків. Характерною особливістю такої ізоляції є гнучкість і еластичність. Вулканізована гума накладається суцільним шаром на струмоведучі жили дротів, кабелів і шнурів.

Велике поширення набула ізоляція з поліхлорвінілового пластикату, що являє собою суміш поліхлорвінілової смоли з різними пластифікаторами, стабілізаторами і фарбниками. До достоїнств пластикату відноситься його негорючість, волого- і маслостійкість, достатня гнучкість і еластичність. Суцільна пластмасова ізоляція застосовується в силових кабелях, проводах і шнурах.

Для захисту ізоляції від дії світла, вологи, хімічних речовин, а також для оберігання від механічних дій більшість дротів, кабелів і шнурів забезпечуються оболонками.

Таблиця 7.4 - Марки дротів і кабелів, вживані в ОУ, що рекомендуються.

Марка	Характеристика	Переважна область вживання	Число жил	S, мм ²
ПВ-1	З мідною жилою з ПВХ-ізоляцією	Прокладка в пустотних каналах будівельних конструкцій, що не згорають	1	0,5 -95
ПВ-2	Те ж, гнучкий	Приєднання ОП, встановлюваних на рухомих кронштейнах	1	2 - 95
АПВ	З алюмінієвою жилою, з ПВХ-ізоляцією	Прокладка в трубах і пустотних каналах будівельних конструкцій, що не згорають	1	2 - 120
ППВ	З мідними жилами, плоский з розділовою підставою, (ПХВ)	Відкрита проводка по будівельних конструкціях	2; 3	0,75-4
АППВ	Те ж, з алюмінієвими жилами		2; 3	2 -6
АМПВ	З алюмомідною жилою, з ПВХ-ізоляцією	Прокладка в трубах і пустотних каналах	1	1-10
АМППВ	Те ж, плоский з роздягнутою підставою	Нерухома відкрита прокладка	2; 3	1,5 -6
ПРТО	З мідною жилою, в оплітці, просоченій протигнилоостним складом	Прокладка в трубах, що не згорають	1,2,3,7, 10	0,75 - 120
АПРТО	Те ж, з алюмінієвою жилою	Те ж	Те ж	2,5 - 120
ВВГ	Кабель з мідними жилами з ПВХ ізоляцією, в ПВХ оболонці, неброньований	Для відкритої прокладки у виробничих приміщеннях, а також у землі (траншеях)	1,2,3,4	1,5 -50
АВВГ	Те ж, з алюмінієвими жилами	Те ж	1,2,3,4	2,5 -50
ВБВ	Те ж, з мідними жилами з ПВХ ізол., броньований із зовнішнім покривом з ПВХ.	Для відкритої нерухомої прокладки; на трасах з великою різницею рівнів	2,3,4	1,5 -95
АВБВ	Те ж, з алюмінієвими жилами	Те ж	2,3,4	2,5 - 120

Металеві оболонки є самими герметичними. Найчастіше їх виготовляють з свинцю і алюмінію. У порівнянні з свинцевими оболонками алюмінієві механічно більш міцні, мають меншу вагу і краще протистоять вібраціям. Свинцеві оболонки володіють більшою механічною стійкістю.

Дроти і кабелі з гумовою і пластмасовою ізоляцією забезпечуються оболонками з гуми або пластмаси.

З метою захисту оболонок від механічних пошкоджень і корозії застосовуються захисні покриття: броня і зовнішній покрив.

Броня виконується із сталевих стрічок або дроту, які обмотуються навколо кабелю і надійно захищають його від механічних пошкоджень.

Крім приведених в таблиці основних марок проводів і кабелів, в освітлювальних мережах залежно від умов середовища, прийнятих способів виконання мереж застосовуються і інша кабельна і провідникова продукція, інформацію про яку можна знайти в довідниках.

7.4.Види проводок і області їх вживання

Електропроводкою називають сукупність проводів і кабелів з кріпленнями, підтримуючими і захисними конструкціями, що до них відносяться.

Залежно від місця прокладки і умов експлуатації освітлювальні електропроводки можуть бути внутрішніми й зовнішніми. Внутрішніми називають проводки, що прокладаються у закритих опалювальних і неопалювальних будівлях і спорудах, не схильні до дії атмосферних опадів і безпосередньої дії температури зовнішнього повітря. До зовнішніх відносяться проводки, що прокладаються по зовнішніх стінах будівель і споруд і між ними, а також під навісами. Ці проводки можуть піддаватися дії опадів і працюють в умовах температури зовнішнього повітря, що змінюється.

За способом виконання проводки усередині приміщень діляться на відкриті й приховані.

До відкритих відносяться проводки виконані по поверхнях стін, стель, по фермах та інших конструкціях.

До прихованих відносяться проводки, що прокладаються в конструктивних елементах будівель (у стінах, підлогах, перекриттях), а також в порожнинах над непрохідними підвісними стелями і в землі. Розрізняють змінювані й незмінні приховані проводки. До змінюваних відносяться електропроводки, виконані таким чином, що в процесі експлуатації дроти можуть бути замінені без руйнування будівельних конструкцій. До проводок такого типу належать проводки проводами в різного роду трубах, в каналах і пустотах будівельних конструкцій, з яких при необхідності проводи можуть бути витягнуті й затягнуті знов.

Проводки, виконані проводами, наглухо закладеними в тілі будівельних конструкцій (під шаром штукатурки, по перекриттях в конструкції підлог), називаються незмінними.

Способи виконання проводок визначаються з урахуванням наступних чинників: умов середовища в приміщенні, призначення приміщення, особливостей будівельних конструкцій і технології, зручності експлуатації, економії. Слід враховувати, що терміни виконання електромонтажних робіт багато в чому залежать від прийнятого способу проводки.

У всіх випадках повинні дотримуватися вимоги пожежної і електробезпеки.

Вибір роду проводки і способу її виконання рекомендується проводити в наступній послідовності. Залежно від умов середовища в приміщенні вибираються допустимі марки проводів і способи їх прокладки. З них відбираються ті, перевага яких визначається вимогами технології, гігієни і естетики. І, нарешті, з видів проводки, що залишилися, вибирається найменш трудомістка і економічно доцільна.

У будівлях промислових підприємств переважно розповсюдження мають відкриті способи прокладки.

Прихована прокладка проводів найбільше відповідає архітектурним і гігієнічним вимогам. Така проводка не видна, на ній не збирається пил, Тому прихована проводка знаходить переважно вживання в суспільних і адміністративних будівлях, в житлових будинках і деяких промислових підприємствах з підвищеними вимогами до чистоти. При виконанні прихованої проводки безумовна перевага повинна віддаватися змінюваним проводкам.

7.5. Монтаж електропроводок і світильників

При монтажі освітлювальних установок використовують як комплектні низьковольтні пристрої (трансформаторні підстанції, розподільні й групові щитки, ящики із знижувальними трансформаторами і апаратами захисту і т.п.), так і різноманітні монтажні вироби заводського виготовлення.

Монтажні вироби, що випускаються промисловістю, можна за умов їх вживання в освітлювальних установках умовно розбити на наступні категорії:

- вироби для прокладки мереж;
- вироби для установки світильників;
- вироби для з'єднання і окінцьовування проводів;
- кріпильні вироби.

Вироби для прокладки мереж є набором уніфікованих вузлів, конструкцій і окремих деталей, що служать для виконання різного роду проводок. Сюди відносяться конструкції з ізоляторами, деталі тросових проводок, короби, лотки, відгалужувальні коробки та ін.

Вироби для установки світильників. До них відносяться крюки, шпильки, кронштейни, підвіси і стояки, за допомогою яких здійснюється кріплення світильників до будівельних елементів будівель.

Залежно від конструкції світильника, вимог до жорсткості його установки і способу прокладки мережі кріплення може виконуватися одним з наступних способів: підвішанням на крюк, нагвинченням на трубу, установкою на площині за допомогою гвинтів або шпильок. Випускається серія металевих крюків і шпильок для кріплення світильників вагою до 10 кг до залізобетонних плит перекриття. Крюки і шпильки встановлюють у період будівельних робіт в наскрізні отвори, просвердлені в плитах, і закріплюються в них за допомогою пересувних планок, що дозволяє застосовувати ці вироби в плитах різної товщини.

При необхідності декоративного оформлення отворів у стелі і розміщення люстрових затисків для з'єднання дротів мережі із зарядними дротами світильника на крюках можуть закріплюватися стельові розетки.

За допомогою крюків і шпильок проводиться кріплення світильників, як правило, в житлових, адміністративних, конторських приміщеннях.

Для установки світильників на стінах, колонах, фермах і перекриттях у виробничих приміщеннях служать кронштейни, підвіси і стояки. Ці вироби забезпечуються сполучними металевими коробками, забезпеченими патрубком з трубним різьбленням s^* . У коробці здійснюється з'єднання проводів мережі із зарядними проводами світильника, а на патрубок нагвинчується або підвішується світильник. Нагвинчення є найнадійнішим і зручнішим кріпленням світильників на кронштейнах, підвісах і стояках. Підвіска здійснюється в тих випадках, коли конструкція світильника не передбачає іншої можливості кріплення. Підвіси випускають різної довжини - від 0,6 до 2,5 м, вильоти кронштейнів також можуть бути різними. Кріплення цих виробів до стін, балок і ферм здійснюється за допомогою спеціальних закріплень, яка також виготовляються заводами.

У виробничих приміщеннях застосовується також кріплення світильників на тросі або тросовому дроті, установка світильників на коробі, фермі або шинопроводі.

При виконанні групової мережі проводами з несучим тросом світильники масою до 5 кг кріпляться за допомогою відгалужувальних тросових коробок У230 і У231, а при виконанні тросових мереж кабелем з використанням відгалужувальних коробок КОРИ-73 або У409 кріплення світильників масою до 15 кг виконують на підвісах К354.

Установка люмінесцентних світильників в лінію здійснюється за допомогою монтажних коробів КЛ-1 і КЛ-2. У коробі закріплюються утримувачі світильників, які можуть переміщуватися уздовж корпусу. В місцях розривів між світильниками щілини в коробі закривають кришками. Заломлені всередину краї короба утворюють два канали, в яких прокладають дроти, що живлять світильники. Проводи робочого і аварійного освітлення прокладаються в різних

каналах одного короба. Для кріплення коробів передбачений набір різних кріпильних деталей: підвіси, кронштейни, скоби.

Для установки світильників на світлотехнічних містках застосовують поворотні кронштейни, за допомогою яких здійснюється поворот світильника в положення для обслуговування. Для забезпечення швидкого знімання світильників для чищення або ремонту приєднання світильників до мережі рекомендується проводити за допомогою штепсельних з'єднань

Електронастановні вироби (розетки, вимикачі) для відкритої установки вмонтовують на дерев'яних або пластмасових поїдрозетниках, а для прихованої установки – в універсальних монтажних коробках.

Штепсельні розетки встановлюються:

у виробничих приміщеннях на висоті 0,8 – 1,0 м, при підведенні живлення зверху допускається установка на висоті 1,5 м;

у суспільних і житлових будівлях залежно від оформлення інтер'єру, але не вище 1 м, допускається їх установка в спеціально пристосованих для цього плінтусах;

у школах, дитячих установах та інших приміщеннях для дітей - на висоті 1,8 м.

Вимикачі для світильників загального освітлення встановлюють на висоті від 0,8 до 1,7 м від підлоги, а в школах, дитячих установах та інших приміщеннях для перебування дітей – на висоті 1,8 м. Дозпускається установка вимикачів під стелею з керуванням за допомогою шнура. Вимикачі, встановлювані в приміщенні поблизу дверей, рекомендується розміщувати з боку дверної ручки.

Монтаж освітлювальної установки має свої особливості, оскільки монтажні роботи часто суміщені з будівельними або ведуться безпосередньо в діючих приміщеннях, тобто в обмежених умовах. Безпека роботи в цих умовах залежить в першу чергу від дотримання технології монтажу, визначеної в проекті виконання монтажних робіт, правильною організацією праці і безумовним виконанням всіх вимог охорони праці, зокрема специфічних для даного вигляду робіт.

7.6. Експлуатація освітлювальних установок

Основним завданням експлуатації освітлювальних установок є забезпечення умов зорової роботи і комфортності світлового середовища, закладеного при її проектуванні. Наприклад, при штучному освітленні виробничих приміщень – це необхідні рівні продуктивності праці і якості продукції при мінімальному стомленні; для більшості приміщень суспільних будівель – рівень видимості або помітності із заданою достовірністю вирішення зорової задачі; для установок зовнішнього освітлення міст – забезпечення високої швидкості й безпеки руху транспорту і пішоходів. В установках природного і суміщеного освітлення додатково висувається вимога збільшення річного числа годин використання

природного світла з метою зменшити витрату електроенергії на штучне освітлення.

Освітлювальній установці, як і будь-якій технічній системі, властиві часткові або повні невідновлювані відмови. Надійність ОУ забезпечується шляхом регулярного відновлення – чищення забруднених і заміни елементів (світильників, джерел світла, пуско-регулюючих апаратів, електронастановних виробів), що вийшли з ладу, а також установкою додаткового числа освітлювальних приладів, кількість яких визначається вибраним при проектуванні значенням коефіцієнта запасу. Таким чином, надійність і ефективність освітлювальної установки залежить від своєчасності її обслуговування, тобто від організації служби експлуатації.

Одним з основних завдань служби експлуатації є збереження кількісних і якісних параметрів ОУ, прийнятих у проекті, оскільки вони визначають зрештою ефективність і комфортність освітлення.

У процесі експлуатації відбувається запилення світильників, що приводить до зниження їх КПД, а при дзеркальних відбивачах також спотворення кривої сили світла. Зниження освітленості протягом певного проміжку часу залежить від умов середовища, в якому експлуатуються світильники, ступеня забрудненості або заповненої повітря, а також фізико-хімічних властивостей пилу, диму або кіптяви. Ця часткова відмова ОУ відновлюється регулярним чищенням світильників, проте не повністю, оскільки для оптичної системи світильників (особливо дзеркальних), як правило, має місце необоротне зниження КПД. Повна невідновлювана відмова настає при такому значенні необоротного зниження КПД світильника, коли при повністю нових джерелах світла освітленість від ОУ не досягає свого нормованого значення.

З комплектуючих світильник виробів найчастіше виходять з ладу джерела світла. Крім того, в процесі експлуатації знижується їх світловий потік, що приводить до зниження ефективності використання електроенергії. Часткова, але відновлювана відмова ОУ може мати місце при забрудненні захищаючих поверхонь приміщення, а також світлопройомів.

Повна або часткова відмова ОУ може відбутися при аварійному порушенні електропостачання.

Таким чином, на службу експлуатації покладаються завдання, пов'язані з безпосереднім обслуговуванням ОУ, а також:

- прийом в експлуатацію знов змонтованих або реконструйованих ОУ;
- забезпечення заходів з раціонального використання і економії електроенергії, що витрачається на освітлення;
- забезпечення ОУ запасом світильників і комплектуючих виробів до них, що визначається прийнятим способом обслуговування освітлення (чищення і ремонт ОП на місці їх установки або в спеціально обладнаних майстернях і т.п.);
- регулярний контроль стану ОУ;

встановлення відповідності ОУ вимогам технології при реконструкції виробничих приміщень або зміні призначення ділянок територій або класу вулиць; забезпечення дезактивації ртуті РЛ, що вийшли з ладу;

оцінка експлуатаційних якостей світлотехнічних виробів для внесення пропозицій щодо удосконалення виготовниками.

Основні принципи раціонального і економного використання електроенергії на освітлення, як правило, передбачаються при проектуванні ОУ. Проте в діючих ОУ дуже часто є можливості скорочення витрат електроенергії. Резервом економії електроенергії і підвищення ефективності її використання в діючих ОУ є:

реконструкція фізично і морально застарілих ОУ;

вдосконалення управління ОУ, направлене на їх своєчасне включення і виключення з урахуванням часу роботи технологічного устаткування (обідня перерва, початок і кінець зміни), а також відключення частини ОУ при достатньому природному освітленні; використанні автоматичного управління ОУ;

вживання заходів із зниження перенапружень в освітлювальних мережах.

Важливою умовою підтримки ОУ на належному рівні є забезпечення зручного і безпечного доступу до ОП для їх обслуговування. Для вирішення цих завдань використовують різні технічні засоби - драбини, приставні драбини, пересувні напільні підйомні пристрої, мостові крани і кран-балки, в деяких високих виробничих приміщеннях влаштовують стаціонарні металеві містки для установки світильників і прокладки освітлювальних мереж.

Експлуатація ОУ передбачає виконання ряду стандартних операцій з обслуговування освітлення.

У практиці експлуатації ОУ застосовують три способи заміни джерел світла: індивідуальний, груповий і змішаний. При індивідуальному способі заміну ДС проводять у міру виходу їх з ладу. Цей спосіб найбільш доцільно застосовувати в ОУ, в яких вихід з ладу окремого ДС приводить до різкого зниження освітленості або до збільшення коефіцієнта пульсації світлового потоку до значень вище допустимих для даного розряду зорових робіт при використанні РЛ. При груповому способі заміну всіх джерел світла в ОУ, що як відмовили, так і працювали, проводять після закінчення певного часу. При цьому така заміна можлива за декількома схемами. За першою проводять одночасну заміну в ОУ всіх ДС, а за другою - її здійснюють частково, наприклад замінюють кожну другу, третю або четверту лампу, тобто немовби зміщують для кожної підгрупи ламп початок їх введення в експлуатацію. Це дозволяє підвищити експлуатаційну освітленість і тим самим знизити коефіцієнт запасу, що закладається при проектуванні ОУ. У загальному випадку групову заміну доцільно здійснювати для ОУ з ЛЛ, оскільки вони відносно дешеві й до кінця тривалості горіння їх світловий потік складає приблизно 60% первинного. Слід зазначити, що частина замінюваних ЛЛ, ще придатних до експлуатації, може бути надалі використана для освітлення допоміжних приміщень.

Терміни періодичного обслуговування освітлювальних установок

Вид обслуговування	Періодичність раз на рік, не рідше
Перевірка освітленості	12
Вимірювання навантажень і напруг в окремих точках електричної мережі	12
Перевірка стану стаціонарного устаткування і електропроводки освітлення безпеки і евакуаційного освітлення на відповідність струмів розчіплювачів розрахунковим	12
Перевірка справності систем АЕО (апаратів і мереж)	3
Випробування і вимірювання опору ізоляції дротів і кабелів РО і АЕО, перевірка заземлення ОП в приміщеннях:	
з нормальним середовищем	6
у сирих, з хімічно активним середовищем	12
Випробування ізоляції стаціонарних трансформаторів з вторинною напругою 12-42 В	1
Те ж, для переносних трансформаторів	6
Огляд опор, кронштейнів і тросових розтяжок	По графіку
Чищення ламп і освітлювальної арматури світильників	
Чищення стекол світлових отворів в приміщеннях з виділенням пилу, диму, кіптяви	
незначним	6
значним	3
Забарвлення стін, стель, устаткування	По графіку

Як індивідуальний, так і груповий способи заміни ДС мають свої достоїнства і недоліки, тому розроблений змішаний спосіб, при якому в проміжку між груповими замінами через певний час проводять заміну ДС, що вийшли з ладу до цього моменту.

На освітленість робочих місць істотний вплив має стан забарвлення стін і стелі приміщення. Особливо помітний цей вплив в ОУ з ОП розсіяного світла. Своєчасне відновлення забарвлення стін і стелі забезпечує у ряді випадків підвищення освітленості на 10 - 30%. Стіни, стелі й колони у виробничих приміщеннях слід фарбувати у світлі тони.

7.7. Економія електроенергії в ОУ

1. Скорочення областей вживання ЛР (відповідно до рекомендацій з вибору ДС) і розширення вживання РЛ, переважно тих з них, які володіють найбільшою світловою віддачею. Повна відмова від вживання ЛР до 2015 року і заміна їх світлодіодами і КЛЛ.

2. Використання в приміщеннях з важкими умовами середовища малопотужних РЛВД ($P_{\text{л}} < 250 \text{ Вт}$) замість ламп розжарювання, енергоекономічних ЛЛ замість ЛЛ потужністю 80 Вт, ламп-світильників типу ДРІЗ замість ламп типа ДРЛ, щілистих світловодів з лампами типу ДРІЗ замість ОП з ЛР.

3. Вживання ламп типу ДНаТ для робіт розрядів 1Vб, 1Vв, 1Vг і нижче, а також при змішаному освітленні для точних зорових робіт.

4. Використовування РЛВД, а також ЛР можливо більшої одиничної потужності при дотриманні нормативних вимог до якості освітлення (засліплена, пряма і відображена блискість, пульсація освітленості).

5. Вживання в ОУ з ЛЛ за відсутності або невисоких вимогах до кольоророзрізнення і перенесенню кольорів ЛЛ типу ЛБ, володіючих високою світловою віддачею. За наявності вимог до кольоророзрізнення повинні використовуватися ЛЛ типів ЛДЦ, ЛЕЦ, ЛХЕ або ЛТБЦ.

6. Вживання системи освітлення, найраціональнішої для даних умов роботи. У приміщеннях, де виконуються зорові роботи 11 - 1V розрядів, економія електроенергії може бути одержана за рахунок використання системи комбінованого освітлення замість загального при певній площі, що припадає на одне робоче місце.

7. Вживання локалізованого розміщення ОП загального освітлення при системі загального освітлення у приміщеннях з несиметричним розташуванням технологічного устаткування і малою щільністю його розміщення. За наявності в одному приміщенні робочих зон і допоміжних площ, де зберігається запас матеріалів і напівфабрикатів, необхідних для роботи протягом зміни, а також готова продукція в очікуванні транспортування або розміщується великогабаритне устаткування, робочі зони якого пов'язані тільки з місцями завантаження і вивантаження, всі допоміжні зони можуть бути освітлені менш інтенсивно, ніж робочі.

8. Вибір ОП з найдоцільнішим світлорозподілом і розміщення ОП найвигіднішим чином.

9. Перевага при виборі ОП за конструктивним виконанням для приміщень з важкими умовами середовища необхідно віддавати ОП, що відноситься до 5 - 7-ї експлуатаційних груп, що відповідно до СНіП дозволяє зменшити коефіцієнт запасу на 0,35; 0,2 або 0,1 залежно від характеристики приміщень за умов середовища.

10. Вживання КОУ з щілистими світловодами для освітлення приміщень з важкими умовами середовища (вибухонебезпечних, заповнених і т.п.), що відносяться по точності зорової роботи до 111 – 1V розрядів, а також при важкому доступі до ОП.

11. Використання системи керування освітленням, що дозволяє своєчасно повністю або частково включати і вимикати ОУ. У виробничих будівлях з бічним і комбінованим (верхнім і бічним) природним світлом і в приміщеннях суспільних будівель повинно забезпечуватися відключення рядів ОП, паралельних вікнам. Для східчастого регулювання рівня освітленості в суспільних і виробничих будівлях залежно від рівня природної освітленості може бути використаний дискретний регулятор освітленості.

У приміщеннях з суміщеним освітленням рекомендується проводити включення і виключення окремих груп ОП залежно від рівня освітленості, створюваного природним світлом у різних зонах приміщення.

12. Живлення освітлювальних установок великої потужності напругою 660/380 В (система з глухим заземленням нейтралі, без проміжної трансформації), включаючи спеціально призначені для цього ОП на напругу 380 В.

13. Вживання в освітлювальних мережах, де тривалий час підтримується підвищена напруга, напівпровідникових обмежувачів напруги.

14. Вживання ЕОМ при проектуванні ОУ на стадії світлотехнічних розрахунків, що дозволяє за рахунок знаходження економічніших, ніж при ручному рахунку, варіантів рішень знижувати встановлену потужність в ОУ з ЛЛ на 15 – 25%, в ОУ з РЛВД - на 13 – 18%.

15. Вживання в ОУ, де потужність РЛВД значна (сотні й більше кВт), групових трифазних конденсаторів, які знижують втрати електроенергії і скорочують потребу в кабелях, дротах, комутаційних і захисних апаратах для освітлювальних мереж.

16. Вживання при проектуванні освітлення і реалізації при будівництві об'єктів пристроїв для зручного і безпечного доступу до ОП.

17. Чищення скла вікон і світлових ліхтарів у виробничих і суспільних будівлях не менше двох разів на рік, що дозволить скоротити час включення штучного освітлення і дасть економію електроенергії.

18. Підвищення коефіцієнта використання природного і штучного освітлення, для чого фарбувати приміщення виробничих і суспільних будівель у світлі тони.

19. Реконструкція старих ОУ, що не відповідають сучасним вимогам.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Основна

1. Правила влаштування електроустановок. Розділ 6. Електричне освітлення - К., 2006.
2. ДБН В. 2.5 - 23 – 2003 Проектирование электрооборудования жилых и общественных зданий и сооружений - 2004.
3. ДБН А. 2.2 – 3 – 2004.
4. Справочная книга по светотехнике. 2-е издание. - М., 1995.
5. Справочная книга для проектирования электрического освещения. 2-е издание. - СПб, 1992.

Додаткова

1. ПТЭ и ПТБ. 4-е издание. - М., 1986.
2. НАПБ А. 01. 001 – 95 Правила пожарной безопасности в Украине.
3. СНиП -11. 4 – 79.

ЗМІСТ

ТЕМА 1. ПРОЕКТУВАННЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК.....	3
1.1. З історії проектування.....	3
1.2. Організація і методика проектних робіт.....	4
1.3. Стадія робочого проектування.....	6
ТЕМА 2. ВИМОГИ ДО ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЧАСТИНИ ОУ.....	8
2.1. Загальні положення.....	8
2.2. Надійність дії ОУ.....	10
2.3. Постійність напруги у джерел світла.....	12
2.4. Індустріальність монтажу ОУ.....	13
2.5. Пожежна безпека.....	14
2.6. Захист від поразки електричним струмом.....	15
ТЕМА 3. ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ОУ.....	16
Джерела живлення	
ОУ.....	16
Схеми живлення	
ОУ.....	18
3.2.1 Загальні положення.....	18
3.2.2 .Схеми живлення виробничих будівель.....	21
3.2.3 .Схеми живлення суспільних будівель.....	21

3.2.4 .Схеми групових ліній.....	23
3.3. Управління освітленням.....	26
3.3.1. Загальні вказівки й рекомендації.....	26
3.3.2 .Дистанційне, автоматичне і телемеханічне управління..	28
ТЕМА 4. РОЗРАХУНОК ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ МЕРЕЖ.....	28
4.1. Розрахункові освітлювальні навантаження.....	28
4.2. Вибір перетину провідників по струму навантаження.....	29
4.3. Розрахунок мереж по втраті напруги.....	35
4.3.1. Допустимі втрати напруги в електричних мережах.....	35
4.3.2. Розрахунок по втраті напруги 2-х дротяних мереж.....	37
4.3.3. Розрахунок по втраті напруги мереж 3-х фазного струму.....	41
4.3.4. Розрахунок по втраті напруги 3-хфазних мереж з нульовим проводом при нерівномірному навантаженні фаз.....	43
4.3.5. Розрахунок мереж на якнайменшу витрату провідникового матеріалу.....	47
4.3.6. Вибір перетину нульових провідників.....	51
4.4. Компенсація реактивної потужності в електричних освітлювальних мережах.....	52
ТЕМА 5. ЗАХИСТ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ МЕРЕЖ.....	53
Загальні положення.....	53
Вибір апаратів захисту.....	54
Місця установки апаратів захисту.....	55
ТЕМА 6. ЗАЗЕМЛЕННЯ І ЗАНУЛЕННЯ В ОУ.....	56
ТЕМА 7. МОНТАЖ І ЕКСПЛУАТАЦІЯ ОУ.....	57
7.1. Розподільні і групові освітлювальні щитки.....	57
7.2. Апарати захисту.....	63
7.3. Основні відомості про дроти, шнури і кабелі.....	66
7.4. Види проводок і області їх вживання.....	69
7.5. Монтаж електропроводок і світильників.....	70
7.6. Експлуатація ОУ.....	72
7.7. Економія електроенергії в ОУ.....	75
Список літератури.....	78

Навчальне видання

Проектування, монтаж і експлуатація освітлювальних установок (конспект лекцій для студентів спеціальності 8.090605 – Світлотехніка і джерела світла)

Укладач Віктор Олександрович Салтиков

Редактор М.З. Аляб'єв
Комп'ютерна верстка І.Є. Сегодіна

План 2017, поз. 48

Підп. до друку	17.08.2017	Формат 60×84 1/16	Друк на різнографі
Папір офісний		Умовн.-друк. арк. 4,8	Обл.-вид. арк. 5,3
Замовлення №		Тираж 100 прим.	
61002, Харків, ХНУМГ, вул. Революції, 12			
Сектор оперативної поліграфії ІОЦ ХНУМГ			
61002, Харків, вул. Революції, 12			