



В.О. САЛТИКОВ , В.М. ПОЛІЩУК
О.Ю. КОЛЯДА

ПРОЕКТУВАННЯ, МОНТАЖ І ЕСПЛУАТАЦІЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК

В.О. Салтиков, В.М. Поліщук
О.Ю. Коляда

ПРОЕКТУВАННЯ, МОНТАЖ І ЕКСПЛУАТАЦІЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

*(для студентів денної та заочної форм навчання
освітнього рівня «бакалавр» та «магістр»
за спеціальністю «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2020

Салтиков В. О. Проектування, монтаж і експлуатація освітлювальних установок: конспект лекцій для студентів денної та заочної форм навчання освітнього рівня «бакалавр» та «магістр» за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / **В. О. Салтиков**, В. М. Поліщук, О. Ю. Коляда ; Харків. нац. унів. міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова, – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 95 с.

Автори:

канд. техн. наук, проф. **В. О. Салтиков**,
канд. техн. наук, доц. В. М. Поліщук,
канд. техн. наук, доц. О. Ю. Коляда

Рецензент

П. П. Говоров, доктор технічних наук, професор, професор кафедри світлотехніки та джерел світла (Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова)

Рекомендовано кафедрою світлотехніки та джерел світла, протокол № 4 від 27.12.2019.

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

© **В. О. Салтиков**, В. М. Поліщук, О. Ю. Коляда, 2020
© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020

ЗМІСТ

ТЕМА 1 МЕТА І ЗАВДАННЯ ПРОЕКТУВАННЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК.....	6
1.1 Організація і методика проектних робіт.....	6
1.2 Стадія робочого проектування.....	8
ТЕМА 2 СВІЛОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ.....	11
2.1 Основні параметри освітлення.....	11
2.2 Основні норми освітленості для робочих приміщень.....	12
2.3 Показники дискомфорту, засліпленості і пульсації світла.....	13
ТЕМА 3 ВИМОГИ ДО ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЧАСТИНИ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК.....	16
3.1 Загальні положення.....	17
3.2 Надійність дії освітлювальної установки.....	18
3.3 Постійність напруги у джерел світла.....	22
3.4 Індустріальність виконання монтажу і зручність експлуатації.....	23
3.5 Пожежна безпека.....	24
3.6 Захист від поразки електричним струмом.....	25
ТЕМА 4 ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК.....	28
4.1 Джерела живлення.....	28
4.2 Схеми живлення освітлювальних установок.....	30
4.2.1 Загальні положення.....	30
4.2.2 Схеми живлення виробничих будівель.....	35
4.2.3 Схеми живлення суспільних будівель.....	36
ТЕМА 5 РОЗПОДІЛЬНІ ТА ГРУПОВІ ОСВІТЛЮВАЛЬНІ ЩИТКИ.....	38
ТЕМА 6 ГРУПОВІ МЕРЕЖІ.....	46
6.1 Компонування групових мереж.....	47
6.2 Трасування групових мереж.....	49
ТЕМА 7 КЕРУВАННЯ ОСВІТЛЕННЯМ.....	51
7.1 Загальні вказівки й рекомендації.....	51
7.2 Дистанційне, автоматичне і телемеханічне керування освітленням..	54

ТЕМА 8 РОЗРАХУНКИ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ МЕРЕЖ.....	56
8.1 Розрахункові освітлювальні навантаження.....	56
8.2 Вибір перерізу провідників по струму навантаження.....	57
8.3 Розрахунок мереж по втраті напруги.....	58
8.3.1 Допустимі втрати напруги в електричних мережах.....	58
8.3.2 Розрахунок мережі на якнайменшу витрату провідникового матеріалу.....	60
8.3.3 Вибір перерізу нульових проводів.....	61
8.4 Компенсація реактивної потужності.....	62
ТЕМА 9 ЗАХИСТ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ МЕРЕЖ.....	64
9.1 Загальні положення.....	64
9.2 Вибір струмів апаратів захисту.....	65
9.3 Місця установки апаратів захисту.....	66
9.4 Апарати захисту.....	67
ТЕМА 10 ЕЛЕКТРОПРОВОДКА.....	72
10.1 Основні відомості про дроти, шнури, кабелі.....	72
10.2. Види електропроводок і області їх застосування.....	74
10.3 Монтаж електропроводок і світильників.....	77
ТЕМА 11 ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ.....	81
ТЕМА 12 ЕКСПЛУАТАЦІЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК.....	84
ТЕМА 13 ОСНОВНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ЕКОНОМІЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ОСВІТЛЮВАЛЬНІЙ УСТАНОВЦІ.....	91
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	94

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АО	–	аварійне освітлення
АЕО	–	аварійне евакуаційне освітлення
ДБН	–	державні будівельні норми України
ВП	–	ввідний пристрій
ВРП	–	вводно-розподільний пристрій
ОЩ	–	груповий освітлювальний щиток
ГРЩ	–	головний розподільний щит
ГЗП	–	головна знижувальна підстанція
ГЛ	–	групова освітлювальна лінія (мережа)
ДС	–	джерело світла
ДРЛ	–	дугова ртутна лампа
ДНаТ	–	дугова натрієва лампа
ЕО	–	евакуаційне освітлення
ЕС	–	електрична станція
ІЗУ	–	імпульсний запалюючий пристрій
КЛЛ	–	компактна люмінесцентна лампа
ЛЛ	–	люмінесцентна лампа
ЛР	–	лампа розжарювання
ЛНН	–	живляча лінія низької напруги
ОП	–	освітлювальний прилад
ПРА	–	пуско-регулювальний апарат
ПУЕ	–	правила улаштування електроустановок
П	–	проект
РП	–	робочий проект
РД	–	робоча документація
РП	–	розподільний пункт живлячої мережі
РЛВТ	–	розрядні лампи високого тиску
ТЕО	–	техніко-економічних обґрунтовуваннях
ТЕР	–	техніко-економічних розрахунках
ТП	–	трансформаторна понижуюча підстанція
ОУ	–	освітлювальна установка

ТЕМА 1 МЕТА І ЗАВДАННЯ ПРОЕКТУВАННЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК

1.1 Організація і методика проектних робіт

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

Для якісного виконання проекту електричного освітлення необхідна забезпеченість керівною, довідковою і інформаційною літературою, галузевими нормами, каталогами виробів, номенклатурою підприємств-виробників та ін. Велике значення мають типові проекти. Це можуть бути проекти як загального характеру, так і з окремих вузлових питань освітлення. При проектуванні необхідно приділяти серйозну увагу конструктивному вирішенню окремих вузлів освітлювальної установки.

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

Після закінчення проекту рекомендується складати «паспорт», в якому фіксуються підсумкові й питомі показники – повна і питома потужність, витрата провідникового матеріалу на один світильник, вартість установки 1 кВт і т.п.

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

Стадійність проектування визначається на підставі рішень: техніко-економічних обґрунтувань (далі – ТЕО) і техніко-економічних розрахунків (далі – 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 зазвичай в одну стадію – розробляється 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 (далі – АР); плани й розрізи з вказівкою розміщення виробничого устаткування і його експлуатації (технологічні креслення – Т); креслення металевих (далі – КМ) і залізобетонних (далі – КЖ) конструкцій; опалювання і вентиляція (далі – ОВ); водопроводів і каналізації (ВК).

ТЕР і ТЕО, зазвичай, 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 – 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 та план зовнішньої мережі; основні будівельні завдання; кошторис.

У відомості основних показників для кожного крупного приміщення або для групи однотипних чи дрібних приміщень вказується загальна 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 II складають укрупнено, наприклад, світильники для люмінесцентних ламп, світильники для вибухонебезпечних приміщень, тощо.

Кошторис складають в повному об'ємі.

1.2 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 наводять 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 зазначають:

- архітектурно – будівельну частину будівлі в спрощеному вигляді із вказівкою призначення кожного приміщення;

- контури основного устаткування, в окремих випадках з вказівкою його найменування;
- прийняті по кожному приміщенню значення освітленості;
- освітлювальні прилади із 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 з ділянок повинні бути наведені 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 допускається зображувати групи одного виду освітлення, що прокладаються по загальній трасі, однією лінією.

Окремі елементи оформлення планів показані на рисунку 1.1.

Зображення на планах освітлювальної мережі є одночасно і її однолінійною схемою, для правильного прочитання якої, у ряді випадків необхідно нанести кількість провідників у лінії за допомогою зарубок (при двох дротах в лінії зарубки не наносять). За рисунком 1.1, а зрозуміло, що один вимикач управляє двома лівими світильниками, другий – двома правими, а контактне роз'ємне з'єднання включено в мережу «напрямую». У випадку, показаному на рисунку 1.1,б число зарубок буде однаковим, коли спільно вимикаються два ліві світильники або два крайніх. На рисунку 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 1х4 мм²). При відносно великому числі світильників на плані перед позначенням типу світильників може вказуватися також їх число, як показано на рисунку 1.1, г.

На рисунку 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.

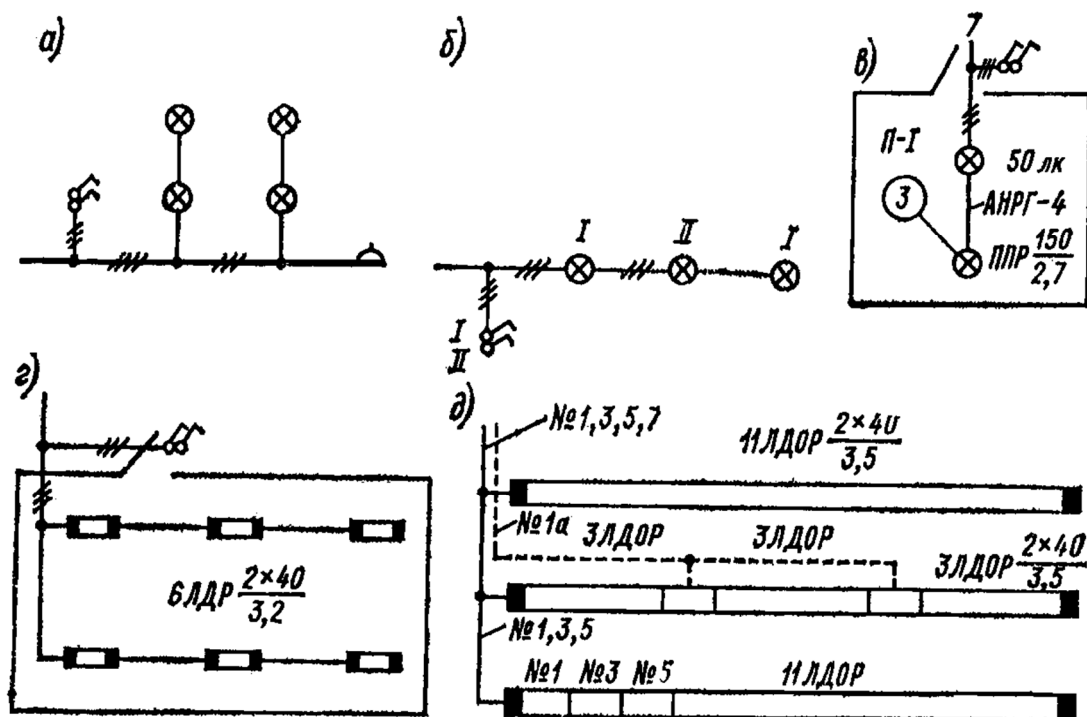


Рисунок 1.1 – Елементи оформлення планів освітлювальних установок

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 СВІЛОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

Норми ДБН В.2.5-28:2018 поширюються на проектування освітлення територій, приміщень будівель, що знов будуються і реконструюються, і споруджень житлового, цивільного, виробничого призначення, місць виробництва робіт, територій промислових і сільськогосподарських підприємств, залізничних колій, площ підприємств, зовнішнього освітлення міст, селищ і сільських населених пунктів, вулиць і доріг, територій (парки, сквери, лісопарки), що озеленюють, зон відпочинку на ландшафтно-рекреаційних територіях і курортних зон, пляжів, пішохідних переходів, фасадів будівель, прибудинкових територій, дитячих майданчиків, сміттєвих майданчиків, автостоянок і гаражів, автозаправок, торгівельних майданчиків, ринків, кладовищ.

2.1 Основні параметри освітлення

Зір – це інструмент, за допомогою якого людина пізнає багато властивостей навколишніх предметів і явищ. Люди, позбавлені зору, відчують себе неповноцінними, тому з самого дитинства необхідно дотримувати правила, направлені на збереження і підтримку здоров'я очей.

Держава, роль якої полягає, зокрема, в турботі про своїх громадян, розробило норми, що регламентують освітленість приміщень, призначених для роботи, відпочинку і навчання.

Здавалося б, немає нічого складного в тому, щоб дотримуватися існуючих правил. Насправді все ускладнюється об'єктивними обставинами. Замовник, частенько не має уявлення про норми освітленості і перенесення кольорів. Він твердо вирішив реалізувати дизайнерський проект, в якому передбачені певні світильники, шпалери, меблі. Усі предмети інтер'єру можуть купуватися виходячи просто з їх не дорогої вартості. Такі складні питання, як перенесення кольорів і коефіцієнт освітленості, просто не розглядаються. У результаті через

певний час співробітники офісів починають помічати, що їх зір сильно зіпсувався.

Щоб правильно виконати розрахунки для здобуття світлових характеристик, необхідно знати основні поняття, які фігурують в нормах і вимогах. Найперша з них – освітленість. Можна сказати, що освітленість показує, скільки світла падає на поверхню. Якщо говорити на мові формул, то вона дорівнює відношенню світлового потоку до одиниці площі. Вимірюється ця величина в люксах, скорочено – лк.

Ще одне поняття, що часто зустрічається – контраст. Він характеризує відмінність в яскравості фону і об'єкту, розташованого на цьому фоні. Якщо кутові розміри предмету зменшуються, то зменшується і його контрастність при заданому освітленні. Треба сказати, що наше око реагує не на саму освітленість, а на яскравість предметів, тобто на силу світла, що випромінюється поверхнею у напрямі нашого зору. Проте обчислити яскравість складніше, тому основним нормованим параметром вибрали освітленість.

Яскравість виступає визначальним поняттям, коли йдеться про дороги. Вона вимірюється в канделах на квадратний метр (кд/м²) і характеризує яскравість дорожнього покриття. Побачивши щось особливо яскраве на тлі спокійних тонів, ми відчуваємо засліплення. Це свідчить про високу міру блискості предмету. Чим вище цей параметр, тим гірше людина бачить.

2.2 Основні норми освітленості для робочих приміщень

Щодня ми стикаємося з освітлювальними приладами в домашніх умовах, на роботі і на розважальних заходах. До використання практично всіх цих приладів існують свої рекомендації. Окрім таких рекомендацій введені Державні законодавчі норми. Вони допомагають зробити умови праці і відпочинку максимально якісними.

Кожна галузь виробництва має свої особливості, тому норми освітленості можуть розроблятися окремо для кожної галузі. За основу при цьому беруться загальні правила. Вимоги до освітленості промислових приміщень

відрізняються від вимог до житлових і побутових приміщень. Є свої особливості в нормах для освітленості доріг, вулиць, допоміжних і суспільних будівель.

Для промислових приміщень виділено вісім основних розрядів зорової роботи. Найперший з них відповідає роботі, що виконується з найвищою точністю, коли необхідно розрізняти об'єкти розміром 0,15 мм або менше. Вважається, що відстань до об'єкту повинна складати 0,5 м. Восьмий розряд означає зорову роботу, що полягає в загальних спостереженнях.

Так, при роботі з об'єктом, розмір якого 0,3 мм, при малій контрастності і темному фоні освітленість повинна складати 3500 або 4000 люксів. Для житлових приміщень розроблена своя таблиця і вимоги там декілька нижче.

Виробничі роботи часто здійснюються поза будівлями, і на цей випадок розроблено ще 6 розрядів з 9-ого по 14-й. Вони показують, якою має бути найменша освітленість горизонтальної поверхні при заданому співвідношенні розмірів об'єкту і відстані до нього.

2.3 Показники дискомфорту, засліпленості і пульсації світла

Показники, що зумовлені втомою, втратою уваги, неприємними зоровими відчуттями неможливо обійти стороною.

1. Один з них називається показником дискомфорту і позначається буквою «М». Його величина характеризує міру дискомфорту отриманого від блискості або нерівномірно розподіленої яскравості.

2. Другий параметр – засліпленість (Р). По назві можна зрозуміти, що він є критерієм засліплюючої дії світла. Висока засліпленість виникає, якщо в поле зору потрапляє джерело світла. Вона негативно позначається на продуктивності праці, зоровій працездатності. Чим вище розряд точності роботи, тим менше має бути величина засліпленості.

3. Третій показник пов'язаний з періодичними змінами яскравості джерела світла. Річ у тому, що особливістю розрядних ламп є їх пульсація. Оскільки такі лампи досить часто використовуються для освітлення

промислових об'єктів, то була введена характеристика, звана коефіцієнтом пульсації.

Значення описаних вище величин вказуються в таблиці з нормами освітленості для житлових і виробничих приміщень. Їх обов'язково слід враховувати.

Необхідно також враховувати і нерівномірність освітлення. Для цього показника є свої допустимі значення в разі природного і штучного джерела світла.

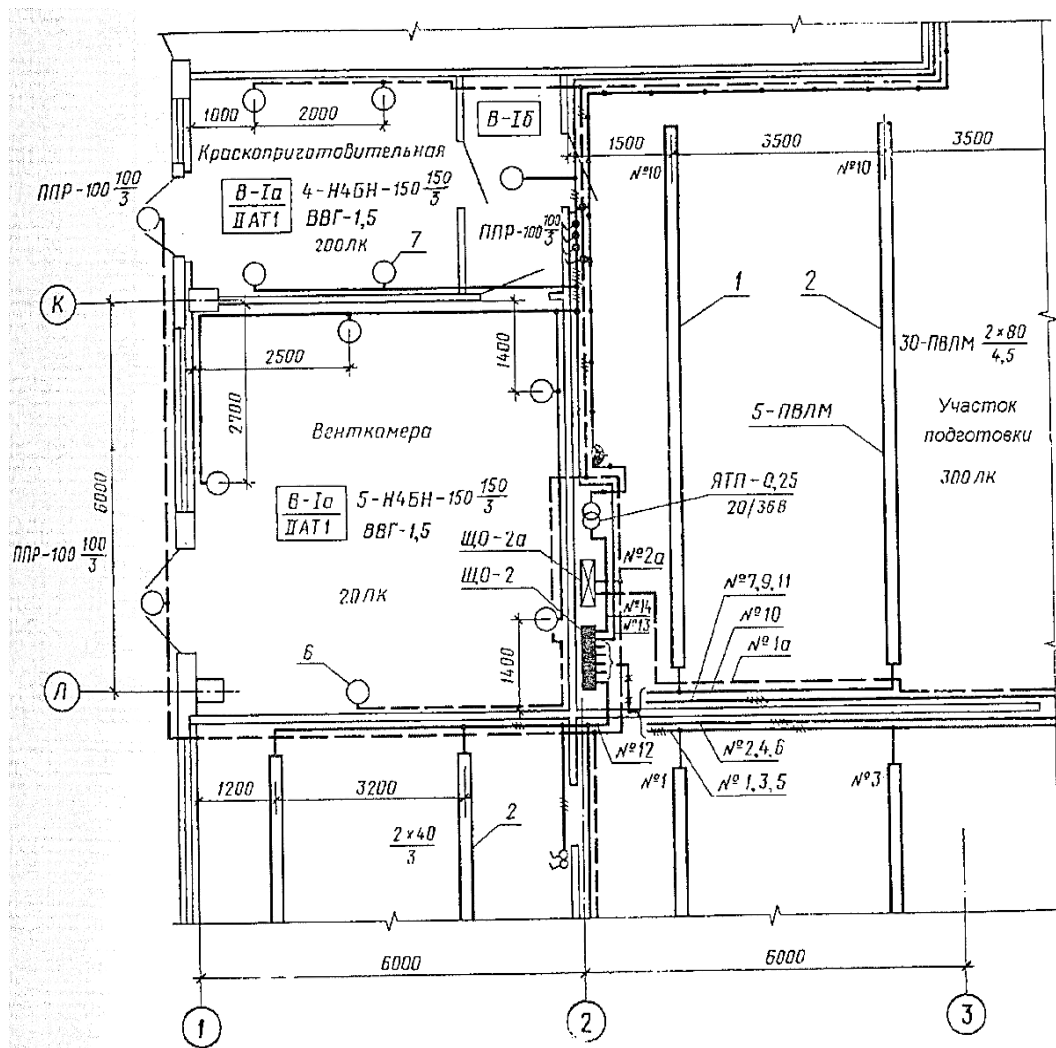


Рисунок 2.1 – Приклад оформлення світлотехнічної частини проекту

В Європейських нормах введений узагальнений показник дискомфорту UGR. Для порівняння можна сказати, що показник дискомфорту M15 відповідає Ugr14, M25, відповідає Ugr19 і так далі. При розрахунку UGR необхідно враховувати параметри лампи, розміри приміщення, положення

джерела світла відносно основної лінії зору, загальну освітленість робочого простору.

Вважається, що норми країн Європи декілька жорсткіше, ніж українські, тому розраховуючи проект освітлення приміщень, багато хто орієнтується саме на європейські показники. Для офісів, наприклад, UGR не має бути більше 19, а для архівних приміщень – не більше 25.

Лише глибоке знання норм і правил дозволяє організувати роботу самим кращим чином. Основні ж вимоги досить прості. Світло повинне допомагати, робити наше життя комфортніше і безпечніше. Всі його негативні дії слід негайно усувати. Приклад оформлення світлотехнічної частини проекту наведено на рисунку 2.1.

Умовні позначення світлотехнічного обладнання наводяться в довідниковій літературі і обов'язкові до виконання.

ТЕМА 3 ВИМОГИ ДО ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЧАСТИНИ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК

Вимоги до електричної частини освітлювальних установок прописані в Нормативній документації, а саме Державні будівельні норми України (ДБН – В.2.5-23:2010 – Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення, ДБНВ.2.5-27-2006 – Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд та вимог відповідних будівельних норм і правил), ПУЕ, НПАОП тощо.

Правила улаштування електроустановок (ПУЕ) встановлюють вимоги до електроустановок загального призначення змінного струму напругою до 750 кВт та постійного струму напругою до 1,5 кВ. Ці Правила є обов'язковими для застосування під час проектування нового будівництва, реконструкції, технічного переоснащення або капітального ремонту електроустановок.

Нові положення Правил не є обов'язковими для застосування в діючих електроустановках, улаштованих за Правилами, чинними на час створення електроустановок. Вимоги цих Правил стосуються спеціальних електроустановок, якщо інше не встановлено нормативними документами, які регламентують улаштування спеціальних електроустановок.

Розділ 6 ПУЕ : 2017 стосується електричного освітлення, виконання та захисту освітлювальних мереж, де в пункті 6.1.33 зазначено, що освітлювальні мережі треба виконувати відповідно до вимог глав 1.7, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 та 6.2 – 6.4 цих Правил, НПАОП 40.1-1.32-01 – Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок, ДБНВ.2.5-27-2006 – Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд» та вимог відповідних будівельних норм і правил.

3.1 Загальні положення

В електричній частині освітлювальних установок вирішують 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. Загальна схема передачі й розподілу енергії для освітлювальної установки подана на рисунку 3.1.

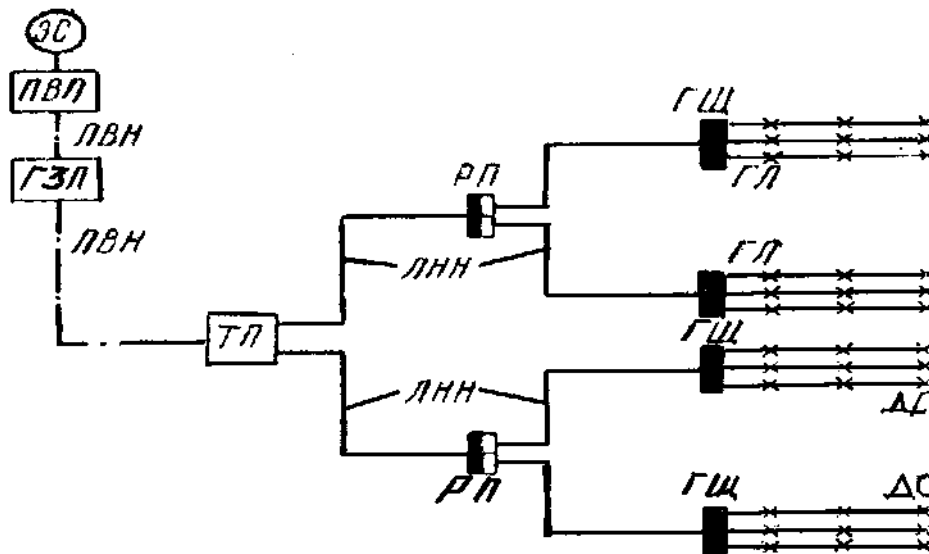


Рисунок 3.1 – Загальна схема розподілу електроенергії освітлювальної установки: ЕС – електрична станція; ПВП – підвищувальна підстанція; ЛВН – лінія високої напруги; ГЗП – головна знижувальна підстанція; ТП – трансформаторна понижуюча підстанція; ЛНН – живляча лінія низької напруги; РП – розподільний 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:

- а) надійність дії освітлювальної установки;

- б) постійність напруги у джерел світла;
- в) індустріальність виконання монтажу і зручність експлуатації;
- г) пожежну безпеку;
- д) захист від ураження електричним струмом;
- е) 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.

3.2 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.

Правила вимагають, щоб при аварійному згасанні основного виду освітлення – робочого – зберігалася аварійне освітлення, що забезпечує умови бачення, достатні для безпечного виходу людей з приміщення, а в необхідних випадках – для тимчасового продовження діяльності персоналу.

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) у місцях небезпечних для проходу людей, а також в основних проходах і на сходах, що служать для евакуації людей з виробничих будівель, де працюють або перебувають більше 50 осіб 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 осіб;

г) у виробничих приміщеннях без природного світла.

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

Електроприймачі I 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 I 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 II 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 III категорії – решта електроприймачів, що не підпадають під визначення I і II категорій.

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

Для електропостачання особливої групи електроприймачів I 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 I категорії можуть бути використані місцеві електричні станції, електростанції енергосистем, спеціальні агрегати безперебійного живлення (дизель-генератори), акумуляторні батареї і т.п.

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

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

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

3.3 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 такі напруги на освітлювальних приладах повинні відповідати вимогам ГОСТ «Електрична енергія. Вимоги до якості електричної енергії в електричних мережах загального призначення».

Допускаються наступні відхилення напруги: у джерел світла, незалежно від їхнього 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.

3.4 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, 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.

3.5 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 °С
- для кабелів до 1 кВ з паперовою ізоляцією.....80 °С
- для голих проводів.....70 °С

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°С 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).

3.6 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 – 1 000 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 електронебезпекою, що характеризуються наявністю однієї з наступних ознак: вогкості (відносна вогкість 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 електронебезпекою – особливо сирі, – вирізняються близькою до 100 % відносною вогкістю 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 с) через тіло людини струму промислової частоти (50 – 60 Гц) порядку 10 μA серце і органи дихання ще не одержують помітних травм, а судоми рук, що починаються, дозволяють самотійно звільнитися від міцно охоплених ними електродів. Якщо збільшити струм до 20 – 25 μA , то без сторонньої допомоги звільнитися від електродів вже не можна. Струм 50-80 μA приводить до паралічу дихання, а струм 80 – 100 μA при тривалості протікання більше 3 с спричиняє параліч серця.

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

При струмі більше 20 μA в мережах з достатньо більшою, вище 65 В, напругою людина не зможе самотійно 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 4 ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК

4.1 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 обґрунтована 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 обґрунтований 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 обґрунтувань;

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, спричиняють протікання значних струмів вищих гармонік у нульових дротах трифазних чотирипровідних ліній,

при виборі схем з'єднань обмоток трансформаторів треба керуватися наступними вказівками:

- 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;

- 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.

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

4.2 Схеми живлення освітлювальних установок

4.2.1 Загальні положення

Відповідно до ДБН та ПУЕ – в освітлювальних мережах застосовується, як правило, глухозаземлена нейтраль у вигляді системи TN. Дана система заземлення має кілька варіантів виконання:

1. TN – S – з поділом нульового провідника на робочий N і захисний PE
TN-C – з використанням одного нульового провідника: PEN, що сполучає функції робочого і захисного

2. TN – C – S – варіант, у якому від трансформаторної підстанції до ввідно-розподільного пристрою передбачений сполучений нульовий провідник PEN, а далі застосовуються два провідники: PE, що служить для занулення струмопровідного обладнання (щитків, світильників і т.п.), і N, який використовується для живлення однофазних електроприймачів, що включають на фазну напругу.

Перша літера T (від французького слова *terre* – земля) означає безпосереднє приєднання однієї точки джерела живлення (як правило, нейтралі) до землі.

Друга буква N (від французького слова *neutre* – нейтраль) характеризує безпосередній зв'язок відкритих струмопровідних частин обладнання будівлі із точкою заземлення джерела живлення за допомогою нульового провідника.

Буква N визначає необхідність занулення в електричних мережах змінного струму.

Наступні літери належать до пристрою нульових робочих і нульового захисного провідників:

S (від французького слова *separe* – сепарація) – функції нульового робочого і нульового захисного провідників забезпечуються роздільними провідниками N і PE;

C (від французького слова *combine* – комбінація) функції нульового робочого і нульового захисного провідників виконує загальний провідник PEN.

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);

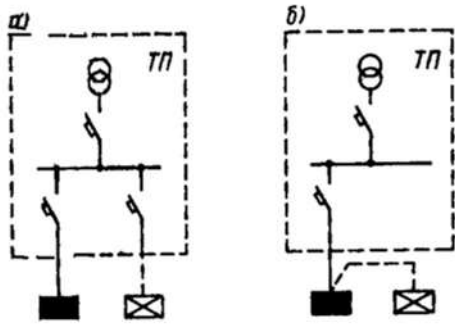


Рисунок 4.1 – Схема живлення освітлення від однієї однотрансформаторної підстанції

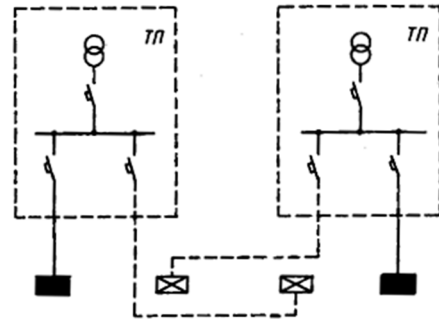


Рисунок 4.2 – Схема живлення освітлювальної мережі від двох однотрансформаторних підстанцій

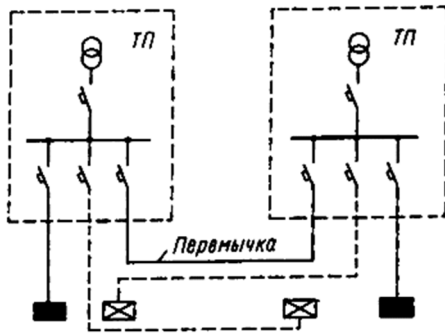


Рисунок 4.3 – Схема живлення освітлювальної мережі від двох однотрансформаторних підстанцій з перемичкою між ними з боку нижчої напруги

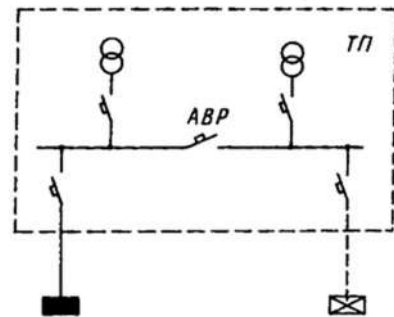


Рисунок 4.3 – Схема живлення освітлювальної мережі від однієї двотрансформаторної підстанції

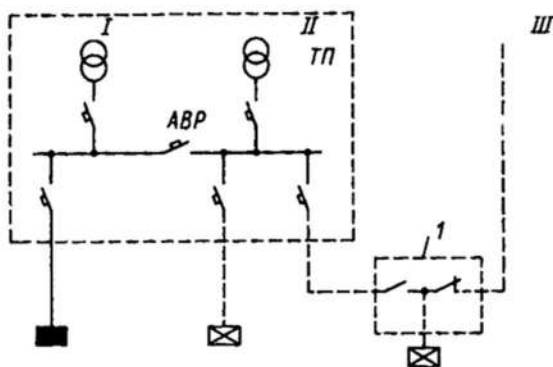


Рисунок 4.5 – Схема живлення освітлювальної мережі від трьох джерел: 1 – блок перемикавання

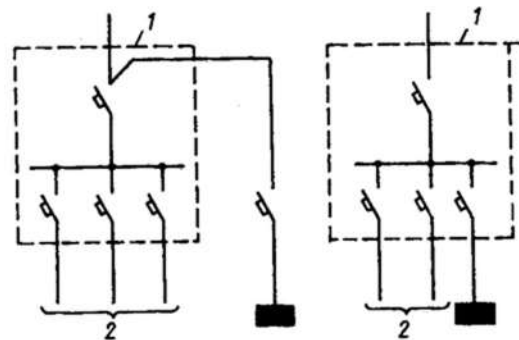


Рисунок 4.6 – Схема живлення освітлювальної мережі від силових введень:
1 – ввідно-розподільний пристрій;
2 – лінія до споживачів

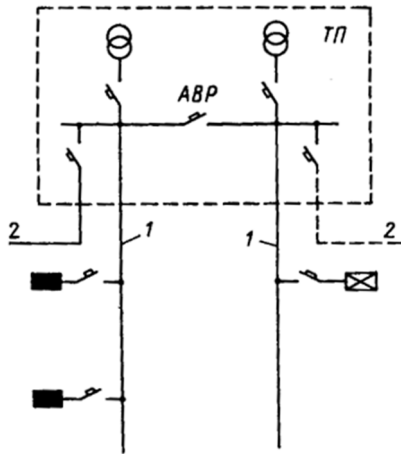


Рисунок 4.7 – Схема живлення освітлювальної мережі при системі трансформатор-магістраль:
1- головні магістралі;
2 – лінії, що живлять позацехові навантаження

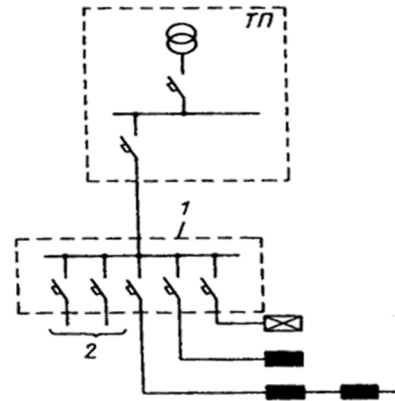


Рисунок 4.8 – Схема живлення – освітлювальної мережі з розмноженням ліній на магістральній ділянці:
1- магістральний щиток;
2– лінія до основних електроприймачів

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

3. ВП (ввідний пристрій) – сукупність конструкцій апаратів і приладів, встановлених на введенні лінії живлення в будівлю або його відособлену частину, що живиться від ГРЩ.

4. Головний розподільний щит (ГРЩ) – пристрій, в який входить комплекс електротехнічної автоматики і конструкцій, використовується для прийому ввідного силового кабелю, розподілу живлячих ліній для ЩЕ, ЩК, ЩО, ВРП, обліку електроенергії, захисту ліній від перевантажень і короткого замикання. Встановлюється на введенні житлових, суспільних будівель, а також у виробничих приміщеннях (цехах).

Щит АВР має спеціальну автоматику. АВР перемикає живлення з основного джерела на додаткове (генератор), в разі аварії основного постачальника електроенергії. Після усунення аварії, АВР перейде з генератора на основну лінію і через декілька хвилин генератор буде зупинений. Використовується у виробничих, торгівельних, комунальних будівлях, а також в котеджах.

ВРП (вводно-расподільний пристрій) – ввідний пристрій, що включає також апарати і прилади на лініях, що відходять від нього.



Рисунок 4.9 – Головний розподільний щит

5. Розподільна мережа – мережа від ВП, ВРП, ГРЩ до розподільних пунктів і щитків.

6. Групова мережа – мережа від щитків і розподільних пристроїв до електроприймачів.

7. Електрощитове приміщення – приміщення, доступне лише для обслуговуючого кваліфікованого персоналу, в якому встановлюються ВП, ВРП, ГРЩ та інші розподільні пристрої.

8. Поверховий розподільний щиток – щиток, встановлений на поверхах житлових будинків і призначений для живлення квартир або квартирних щитків.

9. Груповий щиток — пристрій, в якому встановлені апарати захисту і комутаційні апарати (або лише апарати захисту) для окремих груп світильників, штепсельних розеток і стаціонарних електроприймачів.

4.2.2 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 живитися 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 окремо стоячих 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.

4.2.3 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 (неспівпадіння) в часі максимумів силового і освітлювального навантажень,

За ступенем забезпечення надійності електропостачання комплекси електроприймачів суспільних будівель звичайно відносять відповідно до розділу 1 ПУЕ до II або III категорій. До I 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 критих 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 III 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 II категорії від однієї двотрансформаторної ТП ввідно-розподільний пристрій є двосекційним 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 кожен 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.

ТЕМА 5 РОЗПОДІЛЬНІ ТА 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 на 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, брызконепроникне, пиленепроникне, вибухозахищене і хімостійке.

Захищеними називаються групові щитки, конструкція яких виключає можливість випадкового дотику до струмоведучим 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.

Брызконепроникні групові щитки мають пристосування, перешкоджаючи проникненню в них водяних бризок, падаючих під кутом до 45 градусів стосовно 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.

Групові щитки, від яких починаються групові освітлювальні мережі, повинні розташовуватися в приміщеннях, зручних для обслуговування, і, по можливості, із сприятливими умовами середовища.

Не можна розміщувати їх в кабінетах, що замикаються, складах і тому подібне приміщеннях. У багатоповерхових будівлях їх переважно розміщувати на сходових клітках або поблизу них, в будівлях з важкими умовами середовища – цехових електроприміщеннях, в проходах або інших приміщеннях з відносно кращими умовами середовища.

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 $\cos\varphi$ РЛВД (замість розподільних пунктів ПР 41);

- групові щитки типу 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 типу 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.

Таблиця 5.1 – Технічні дані освітлювальних щитків серій ОП, ОЩ, ОЩВ, УОЩВ

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

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.

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 типу 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 їх класифікують так:

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

утоплені – 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 так:

- за наявністю або відсутністю ввідних вимикачів;
- за максимальною кількістю і типовиконанням вимикачів розподілу (в однополюсному виконанні);
- за способом установки: навісні й втоплені.

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

Щити освітлення встановлюють в адміністративних, торгівельних і офісних приміщеннях, для нечастих оперативних включень і виключень автоматики. Вони захищають лінії, що відходять, від перевантажень і коротких замикань.

Щити освітлення поділяються так:

- ОЩВ (освітлювальний щиток з вимикачем).
- УОЩВ (утоплений освітлювальний щиток з вимикачем)

Структура умовного позначення аналогічна до структури позначення щитків ЩРО 8505.

Груповий (поверховий) щиток повинен встановлюватися в поперечному коридорі або на сходовому майданчику на відстані не більше 3 м по довжині електропроводки від стояка живлення з урахуванням вимог глави 3.1 ПУЕ.

По монтажу щитки підрозділяються на наступні групи: навісні, настінні (для установки на колонах, і інших будівельних конструкціях), вбудовані в стінні ніші.

Щити ОЩВ і УОЩВ є металоконструкцією з гнутих сталевих профілів, усередині якого розташована апаратура електричних ланцюгів. Доступ в щиток забезпечений з боку фасаду через дверці. Введення і виведення живильних ліній, що відходять, здійснюється знизу і зверху. Виконання щитів навісне або втоплене.

	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
Утоплене									У

Рисунок 5.9 – Структура умовного позначення



Рисунок 5.10 – Груповий (поверховий) щиток

- Груповий щиток – пристрій, в якому встановлені апарати захисту і комутаційні апарати (або лише апарати захисту) для окремих груп світильників, штепсельних розеток і стаціонарних електроприймачів.

- Квартирний щиток – груповий щиток, встановлений в квартирі і призначений для приєднання мережі, що живить світильники, штепсельні розетки і стаціонарні електроприймачі квартири.

- Поверховий розподільний щиток – щиток, встановлений на поверхах житлових будинків і призначений для живлення квартир або квартирних щитків.

ТЕМА 6 ГРУПОВІ МЕРЕЖІ

В усіх будинках і спорудах лінії групової мережі, які прокладаються від групових, поверхових і квартирних щитків до світильників загального освітлення, штепсельних розеток і однофазних стаціонарних електроприймачів, повинні виконуватися трипровідними (L-, N- і Pe-провідники). N- і Pe-провідники повинні мати відповідну кольорову або іншу маркировку.

Не допускається об'єднувати N-провідники, а також Pe-провідники різних ліній групової мережі, на відміну від розподільних мереж. N- и Pe-провідники не допускається підключати на щитках під загальний контактний затиск.

При компоновці групових ліній керуються такими загальними вказівками: на кожен фазу групової лінії повинне включатися не більше 20 ламп розжарювання, ламп типу ДРЛ, МГЛ, НЛВТ, в це число включаються також штепсельні розетки.

У виробничих, суспільних і житлових будівлях на однофазні групи освітлення драбин, поверхових коридорів, холів, технічних поверхів і горищ допускається приєднувати до 60 ЛР кожна потужністю до 60 Вт.

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 трипровідними (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 трипровідні лінії, а також трифазні чотири- і п'ятипровідні лінії при живленні однофазних навантажень повинні мати переріз нульових робочих (N) провідників, рівний перерізу фазних провідників. Трифазні чотири- і п'ятипровідні 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 PE провідників повинен дорівнювати перерізу фазних при перерізі останніх до 16 мм²; 16 мм² при перерізі фазних провідників від 16 до 35 мм² і 50 % перерізу фазних провідників при великих перерізах. Переріз PE провідників, що не входять до складу кабелю, повинен бути не менше 2,5 мм² – за наявності механічного захисту і 4 мм² при його відсутності.

6.1 Компонування групових мереж

Кожна групова мережа повинна містити на фазу не більше 20 ламп розжарювання і ГЛВТ. До них належать також штепсельні розетки.

Для групових мереж, які живлять світлові карнизи, світлові стелі і тому подібне з лампами розжарювання, а також світильники з люмінесцентними лампами потужністю до 80 Вт включно, рекомендується приєднувати:

- до 60 ламп на фазу; для мереж, які живлять світильники з люмінесцентними лампами потужністю до 40 Вт включно,
- - до 75 ламп на фазу; для мереж, які живлять світильники з люмінесцентними лампами потужністю до 20 Вт включно,
- - до 100 ламп на фазу інші.

При розподілі світильників між групами слід керуватися вказаними граничними даними (проте уникаючи зайвого дроблення груп) і топографічними ознаками, тобто відносним розташуванням приміщень.

Переважає виділення на окремі групи освітлення проходів і сходових кліток.

Допускається приєднання штепсельних розеток до групових ліній, що живлять світильники, в яких здійснюється управління освітленням місцевими вимикачами.

При великому числі розеток рекомендується живлення їх окремими груповими лініями, якщо це не пов'язано з істотним збільшенням протяжності мережі

Управління евакуаційним і аварійним освітленням повинне передбачатися з щитків при мінімальному числі останніх.

Додаткові вимикачі слід передбачати також для аварійного і евакуаційного освітлення окремих непрохідних приміщень, в яких люди не знаходяться постійно (гардероби, конференц-зали і т. п.).

Світильники у входів в будівлі слід приєднувати до групової мережі внутрішнього освітлення, переважно до мережі аварійного освітлення.

Для групових мереж, які живлять багатолампові люстри, кількість ламп будь-якого типу не обмежується.

Розподіл навантаження між фазами мережі освітлення суспільних будинків і споруд, адміністративних і побутових будинків підприємств має бути

рівномірним. Різниця в струмах найбільш і найменш навантажених фаз в межах одного щитка і 15 % – на початку ліній живлення. не повинна перевищувати 30%.

На всіх об'єктах цивільного призначення слід застосовувати кабелі і проводи з мідними жилами.

Мережі живлення і розподільні мережі, якщо їх розрахунковий перетин дорівнює 16 мм² і більше, як правило, виконуються кабелем і дротами з алюмінієвими жилами.

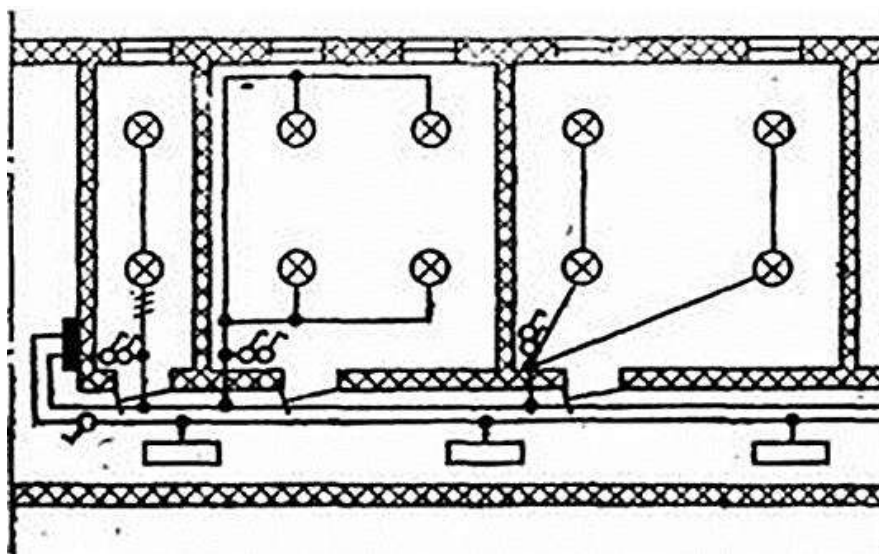


Рисунок 6.1 – Схема компонування групових мереж

6.2 Трасування групових мереж

Приклад трасування групових ліній при прихованій і відкритій прокладці електропроводки показаний на рисунку 6.1. Бажано обмежувати число проходів дротів крізь стіни, число відгалужуваних коробок і число обходів будівельних елементів.

У приміщеннях із фермами найдоцільніше прокладати лінії групової мережі впоперек ферм, у вигляді перекидань між ними.

У пожежонебезпечних складах, що замикаються, забороняється транзитна прокладка ліній, що не відносяться до приймачів.

Лінії повинні прокладатися по якомога коротших трасах, при відкритому проведенні — паралельно до стін приміщення, при прихованому, якщо це

можливо, — за найкоротшим напрямом. Бажано поєднувати траси ліній, що йдуть в одному напрямі, навіть якщо це декілька подовжує протяжність ліній.

Якщо це можливо, варто прокладати лінії по стінах, а не по стелях, лінії ж, відкрито прокладені по стелі, необхідно прокладати перпендикулярно до стіни з вікнами.

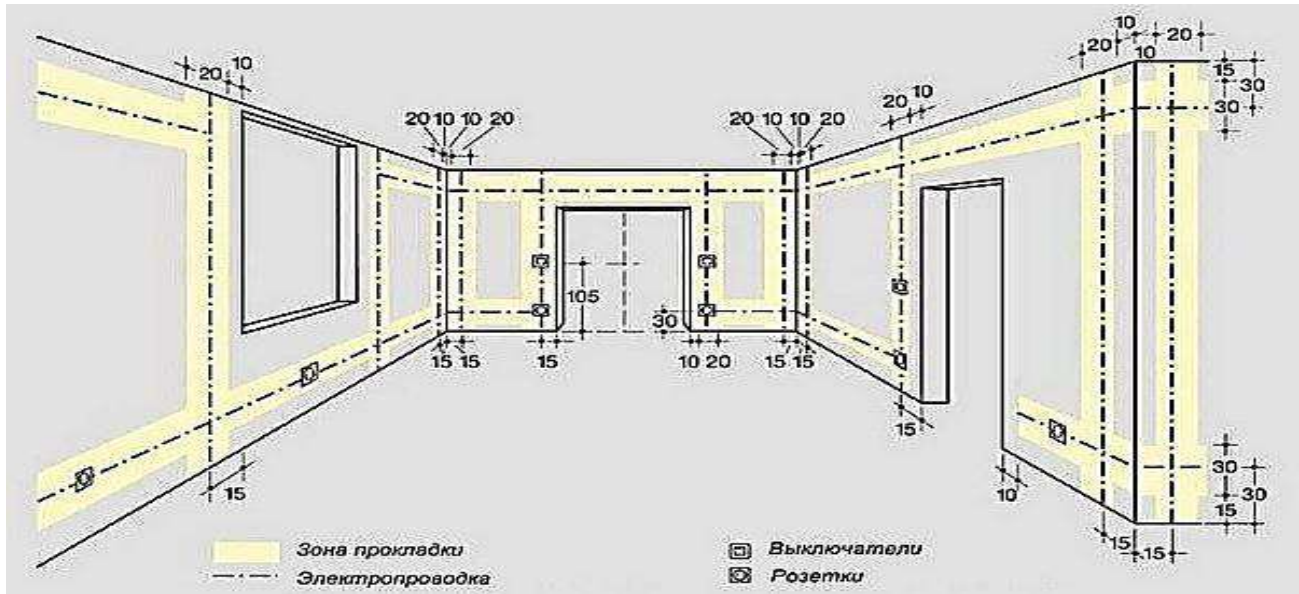


Рисунок 6.2 – Приклад прокладання мережі

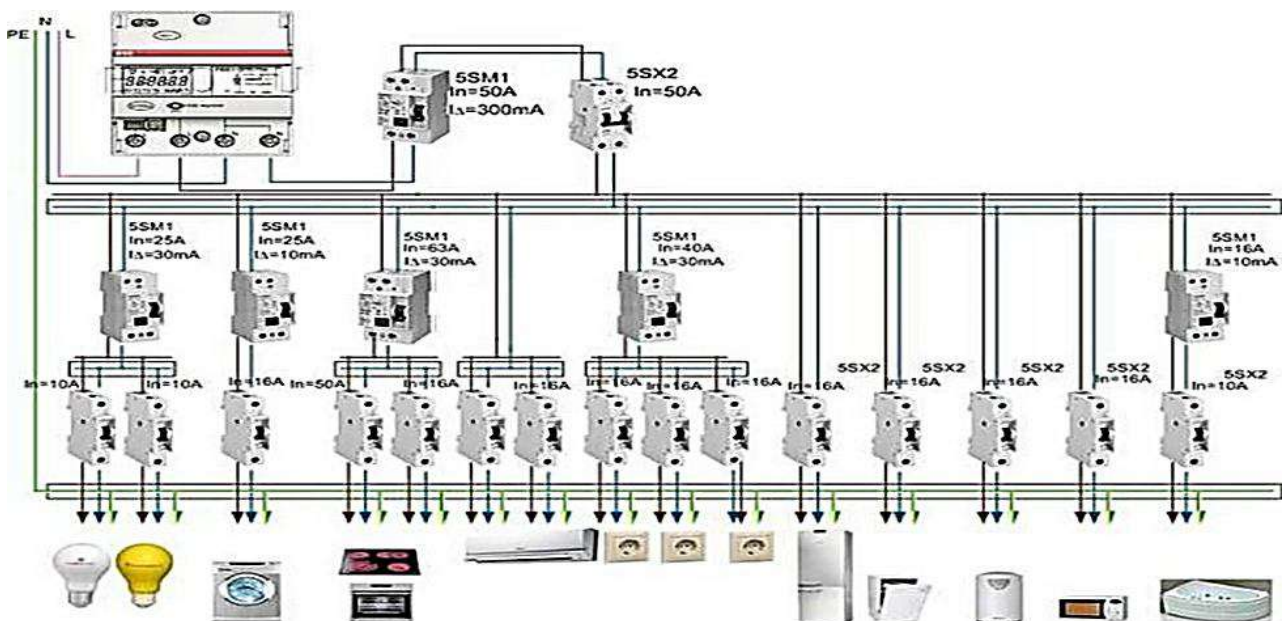


Рисунок 6.3 – Розбиття споживачів на групи

ТЕМА 7 КЕРУВАННЯ ОСВІТЛЕННЯМ

7.1 Загальні вказівки й рекомендації

Для керування внутрішнім і зовнішнім освітленням можуть використовуватися апарати управління, встановлені в розподільних пристроях підстанцій, розподільних пунктах живлення, ввідних 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 двопровідних однофазних групових лініях передбачається одночасне відключення фазного і нульового проводів.

У три- або двопровідних 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 двопровідних 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

нечасто 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.

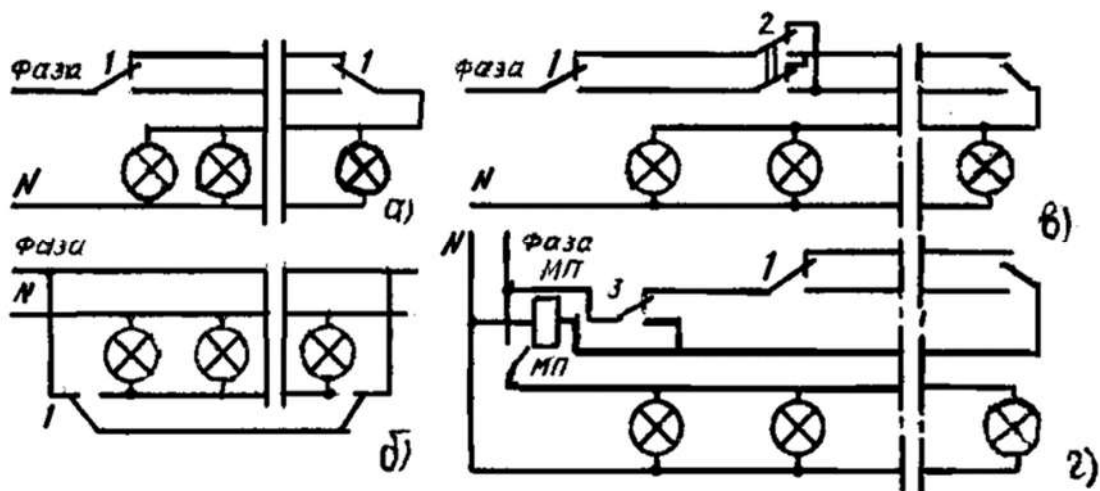


Рисунок 7.1 – Схеми управління освітленням з декількох місць: а – з двох місць; б – з двох місць з транзитною фазою; в – з трьох місць (при збільшенні числа перемикачів з будь-якого числа місць); г – за допомогою магнітного пускача (для управління їм застосовують схеми а, б, в)

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.

Якщо управління освітленням виробляється з щитків, то рекомендується розміщувати щитки так, щоб з місця їх установки були видні керовані світильники, що проте, не є обов'язковим.

Керування освітленням:

- має бути якомога зручнішим для персоналу, потребувати мінімум часу на комутаційні операції і водночас забезпечувати можливість використання освітлення там і тоді, де й коли це необхідно відповідно до особливостей приміщення;

- у цехах скільки-небудь великої площі майже виключно передбачається управління освітленням апаратами, встановленими на щитках (за винятком випадків централізованого управління, що розглядаються нижче);

- у невеликих приміщеннях неминуче зберігаються місцеві вимикачі. У всіх випадках враховуються умови природного освітлення (окремо управляються ряди світильників, розташовані паралельно лініям вікон) і характер виробництва, тобто можливість виконання робіт лише на якій-небудь певній частині площі;

- у приміщеннях, що не мають аварійного освітлення, бажано, починаючи вже від установки в приміщенні двох світильників, розбивати світильники не менше чим на два виключення, що дає можливість обслуговувати відключені

світильники при світлі тих, що залишаються включеними. Така рекомендація особливо важлива для приміщень без природного освітлення;

- якщо, як це часто практикується, на аварійне освітлення виділяються цілі ряди світильників, що одночасно беруть участь в робочому освітленні, те управління цим освітленням нічим по суті не відрізняється від управління робочим освітленням. У останніх випадках, тобто коли для аварійного освітлення виділяються окремі світильники, вони повинні або автоматично включатися при зникненні напруги в мережі робочого освітлення, або управлятися з можливою мірою централізації, щоб його не забували включати в окремих приміщеннях;

- у виробничих і суспільних будівлях повинна передбачатися можливість роздільного управління освітленням приміщень з природним освітленням і без нього.

7.2 Дистанційне, автоматичне і телемеханічне керування освітленням

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 – із 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 8 РОЗРАХУНКИ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ МЕРЕЖ

8.1 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 Проектування електроустаткування 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

$$P_{\text{рш}} = K_{\text{сш}} \cdot P_{\text{уш}} \cdot n, \quad (8.1)$$

де $P_{\text{рш}}$ – розрахункове навантаження лінії, кВт;

$K_{\text{сш}}$ – 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;

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

n – кількість штепсельних розеток.

Название электроприемника	Приблизительная мощность, Вт	Название электроприемника	Приблизительная мощность, Вт
телевизор	300	кондиционер	1500
принтер	500	проточный нагреватель воды	5000
компьютер	500	бойлер	1500
фен для волос	1200	дрель	800
утюг	1700	перфоратор	1200
электрочайник	1200	электроточило	900
вентиляторы	1000	дисковая пила	1300
тостер	800	электрорубанок	900
кофеварка	1000	электролобзик	700
пылесос	1600	шлифовальная машина	1700
обогреватель	1500	циркулярная пила	2000
СВЧ-печь	1400	компрессор	2000
духовка	2000	газонокосилка	1500
электроплита	3000	сварочный агрегат	2300
холодильник	600	водяной насос	1000
стиральная машина	2500	электромоторы	1500
освещение	2000		

Рисунок 8.1 – Довідкові дані для визначення навантаження електромережі

8.2 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

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

для двофазних ліній з нульовим проводом

$$I = \frac{P_2}{2U \cos \varphi}; \quad (8.3)$$

для однофазних ліній

$$I = \frac{P_1}{U_n \cos \varphi}, \quad (8.4)$$

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

U_n – лінійна напруга мережі;

$U \cos \varphi$ – фазна напруга мережі;

$\cos \varphi$ – коефіцієнт потужності навантаження.

Припустимі тривалі струми для проводів з гумової або полівінілхлоридною ізоляцією, шнурів з гумовою ізоляцією й кабелів з гумовою або пластмасовою ізоляцією у свинцевій, полівінілхлоридній і гумовій оболонці наведені в таблицях. 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.

8.3 Розрахунок мереж по втраті напруги

8.3.1 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

$$\Delta U = U_{x.x} - \Delta U_{tp} - U_{y\partial.l} \quad (8.5)$$

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

$U_{y\partial.l}$ – 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 $U_{y\partial.l}$ 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:

$$\Delta U_{tp} = \beta (u_{a.m.} \cos \varphi + u_{p.m.} \sin \varphi), \quad (8.6)$$

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

$$\beta = \frac{P_p}{P_{mp}}; \quad (8.7)$$

де $u_{a.m.}$ 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

$$u_{a.m.} = \frac{P_{к.з.}}{P_n} 100 \quad (8.8)$$

$$u_{p.m.} = \sqrt{u_{к.з.}^2 - u_{a.m.}^2}, \quad (8.9)$$

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 таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 – Значення втрат короткого замикання у трансформаторах

Номінальна потужність трансформатора, кВА	25	440	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.

Таблиця 8.2 – Значення коефіцієнта s , що входить у формули для розрахунку мереж по втраті напруги

Номінальна 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

8.3.2 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 цьому разі розрахунок мережі ведуть за формулою:

$$s = \frac{\sum M + \sum \alpha m}{c \Delta U}, \quad (8.10)$$

де s – переріз ділянки мережі, мм²;

$\sum M$ – сума моментів даного і всіх подальших (за напрямом струму)

ділянок з тим же числом проводів в лінії, що і на даній ділянці,

кВт^хм;

$\sum \alpha m$ – сума моментів усіх відгалужень, живлених даною ділянкою з числом проводів лінії іншим, ніж ця ділянка, кВт^хм.

Перед підсумовуванням всі моменти помножують на коефіцієнт приведення моментів α' , залежний від числа дротів на ділянці і відгалуженні (табл. 8.3);

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 8.3 – 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

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

8.4 Компенсація реактивної потужності

Розрядні лампи включаються в електричну мережу за допомогою пуско-регулюючої апаратури (далі – 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, забезпечуючи $\cos\varphi$ 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 380В.

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

$$Q = P (\operatorname{tg} \varphi_2 - \operatorname{tg} \varphi_1), \quad (8.11)$$

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

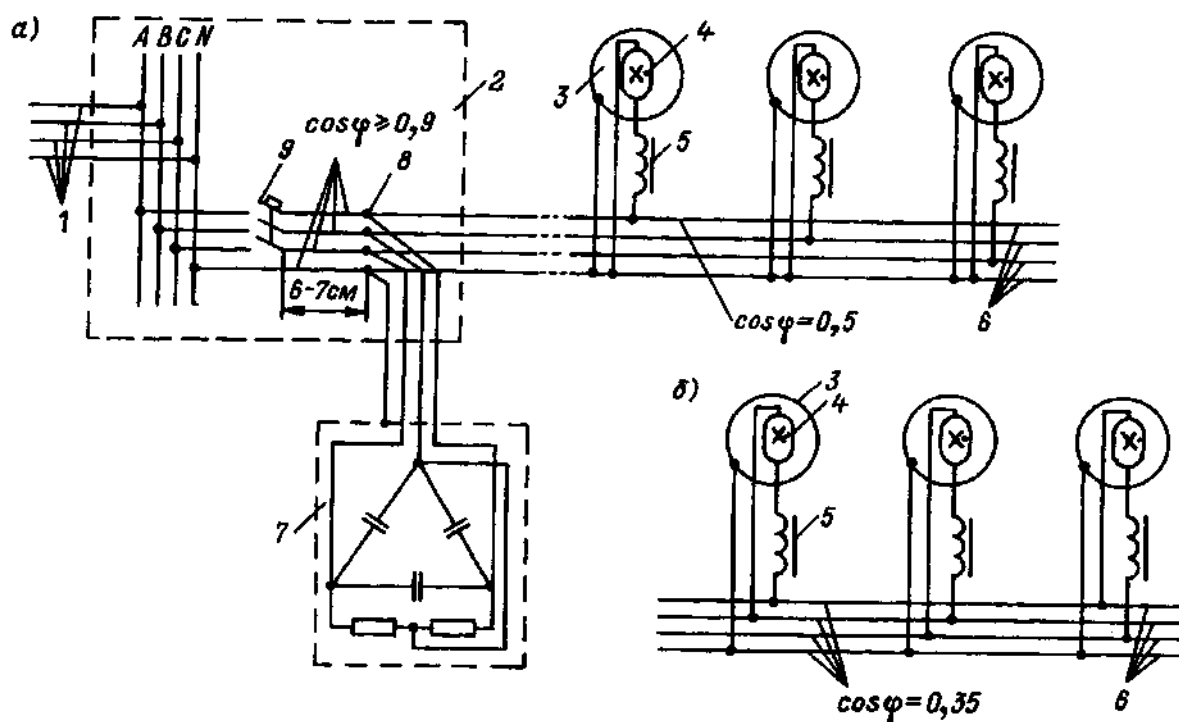


Рисунок 8.7 – Схема приєднання конденсаторної установки до групової лінії:
а – 220 В; б – 380 В

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 9 ЗАХИСТ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ МЕРЕЖ

9.1 Загальні положення

Усі освітлювальні мережі повинні мати захист від струмів короткого замикання (далі – 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.

9.2 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 як найменшими 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.

Номінальний струм апаратів захисту (розчіплювачі 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.

9.3 Місця установки апаратів захисту

Апарати захисту повинні встановлюватися в наступних пунктах освітлювальної мережі:

- в 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).

9.4 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 струмопровідних 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 кількістю 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.

Низка 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 оберненозалежну 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 – кількість 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.

Автоматичні вимикачі типу 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;

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

XX – 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 – 250 А; 37 – 400 А; 39 – 630 А; 41 – 1 000 А; 43 – 1 600 А; 45 – 2 500 А; 47 – 4 000 А.

Структура умовного позначення вимикача ВА61-296 –

ВА61 X1 29 X2 X3 XX X4

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 D – 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 μ А – 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 $\Delta = 30 \mu\text{А}$.

ТЕМА 10 ЕЛЕКТРОПРОВОДКА

10.1 Основні відомості про дроти, шнури, кабелі

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

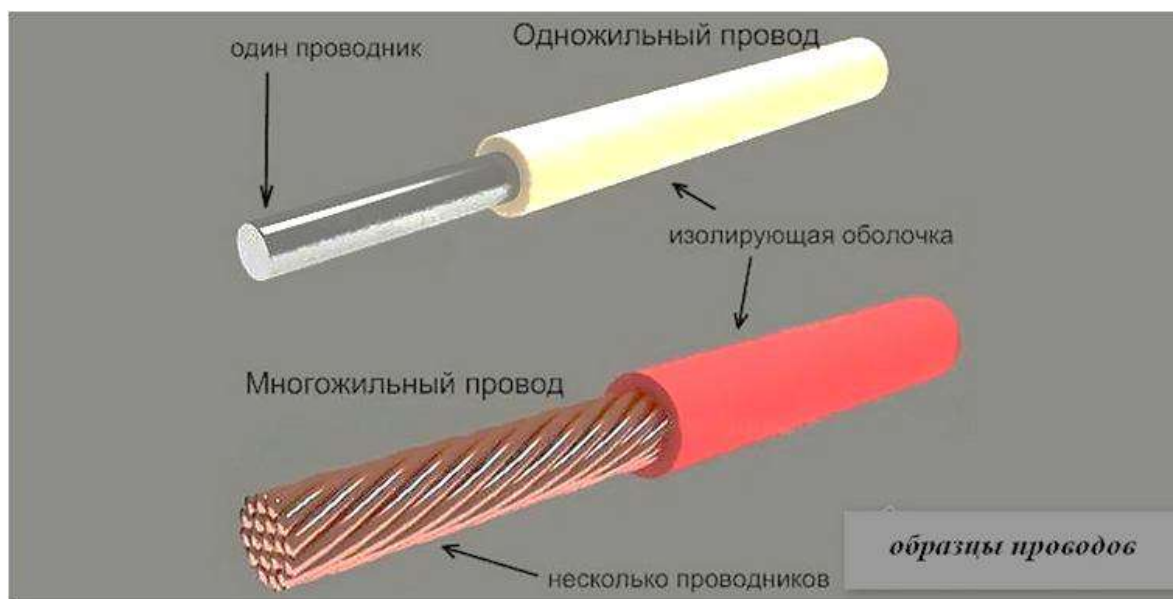


Рисунок 10.1 – Загальний вигляд проводів

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: струмопровідні жили, 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.

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.

10.2 Види електропроводок і області їх застосування

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, економіки. Слід враховувати, що терміни виконання електромонтажних робіт багато в чому залежать від прийнятого способу проводки.

У всіх випадках повинні дотримуватися вимоги пожежної і електробезпеки.

Таблиця 10.1 – Марки дротів і кабелів, що рекомендуються для ОУ

Марка	Характеристика	Переважна сфера використання	Кількість жил	$S_{\text{ж}}^2$ мм ²
1	2	3	4	5
ПВ-1	З мідною жилою із ПВХ-ізоляцією	Прокладка в пустотних каналах будівельних конструкцій, що не згорають	1	0,5 -95
ПВ-2	Те саме, гнучкий	Приєднання ОП, встановлю-них на рухомих кронштейнах	1	2 – 95
АПВ	З алюмінієвою жилою, із ПВХ-ізоляцією	Прокладка в трубах і пустотних каналах будівельних конструкцій, що не згорають	1	2 – 120

Продовження таблиці 10.1

1	2	3	4	5
ППВ	З мідними жилами, плоский з розділовою підставою, (ПХВ)	Відкрита проводка по будівельних конструкціях	2; 3	0,75-4
АППВ	Те саме, з алюмінієвими жилами	Відкрита проводка по будівельних конструкціях	2; 3	2 -6
АМППВ	З алюмомідною жилою, із ПХВ-ізоляцією	Прокладка в трубах і пустотних каналах	1	1-10
АМППВ	Те саме, плоский	Нерухома відкрита прокладка	2; 3	1,5 -6
ПРТО	З мідною жилою, в оплітці, просочений протигнилоостним складом	Прокладка в трубах, що не згорають	1,2,3,7, 10	0,75 – 120
АПРТО	Те саме, з алюмінієвою жилою	Прокладка в трубах, що не згорають	Те ж	2,5 -120
ВВГ	Кабель з мідними жилами з ПХВ ізоляцією, в ПХВ оболонці, неброньований	Для відкритої прокладки у виробничих приміщеннях, а також у землі (траншеях)	1,2,3,4	1,5 -50
АВВГ	Те саме, з алюмінієвими жилами	Те ж саме	1,2,3,4	2,5 -50
ВБВ	Те саме, з мідними жилами з ПХВ ізол., броньований із зовнішнім покритвом з ПХВ.	Для відкритої нерухокої прокладки; на трасах з великою різницею рівнів	2,3,4	1,5 -95
АВБВ	Те саме, з алюмінієвими жилами	Те саме	2,3,4	2,5 -120

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 переважне 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 переважне 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.

10.3 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, коробки, 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:

- підвішуванням на гак,
- 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, вільоти 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 поідрозетниках, 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 1,8м.

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.

Допускається 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.

ТЕМА 11 ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

Усе електрообладнання, що застосовується в електроустановках, повинно відповідати вимогам відповідних стандартів, у тому числі стандартів щодо вимог безпеки.

Штепсельні розетки для переносних електроприймачів з частинами, які підлягають заземленню, повинні мати захисний контакт для приєднання РЕ-проводника. При цьому конструкція розетки повинна виключати можливість використання струмопровідних контактів в якості контактів, призначених для захисною заземлення.

З'єднання між заземлюючими контактами вилки і розетки повинно відбуватись до того, як увійдуть у стикання струмопровідні контакти. Порядок виключення повинен бути протилежним.

Конструкція розеток і вилок не повинна допускати включення в розетку тільки одного полюса двополюсної вилки, а також одного чи двох полюсів триполюсної вилки.

Штепсельні розетки, що установлюються в квартирах, житлових кімнатах гуртожитків, а також у приміщеннях дитячих закладів, повинні мати захисне пристосування, що автоматично закриває гнізда штепсельної розетки при витягнутій вилці.

У приміщеннях архівів, книгосховищ, музеїв, галерей роз'єднувачі для підключення пирососів повинні бути улаштовані таким чином, що унеможливилює підключення електронагрівальних приладів.

Штепсельні розетки повинні установлюватися в місцях, зручних для використання з урахуванням розміщення меблів.

У житлових кімнатах квартир і гуртожитків необхідно установлювати не менше ніж одну штепсельну розетку на струм до 10А на кожні повні і неповні 6 м² площі кімнати, в коридорах квартир – не менше ніж одну штепсельну розетку на кожні повні і неповні 10 м² коридору. Кілька розеток, установлених в одному корпусі або в одному блоці слід розглядати як одну розетку.

Кількість і розташування штепсельних розеток на кухні визначається плануванням кухні, розміщенням кухонного електроустаткування та електроприладів.

Мінімальна кількість штепсельних розеток – 5 штук.

Для підключення стаціонарної однофазної електроплити слід встановлювати штепсельну розетку на струм 40А з захисним контактом для приєднання РЕ-провідника. Живлення цієї розетки слід здійснювати окремою лінією від квартирної щитка. Величину розрахункового навантаження рекомендується приймати 7 кВт.

Установлення штепсельних розеток у коморах квартир, у ванних кімнатах, душових та мильних приміщеннях лазень, у приміщеннях з нагрівачем для саун (далі за текстом – саунах), а також у пральних приміщеннях пралень не допускається, за винятком ванних кімнат квартир і номерів готелів (див. 5.60) та гладильних кімнат квартир і готелів.

В актових і спортивних залах, конференц-залах, вестибюлях, холах, коридорах і інших приміщеннях необхідно передбачати штепсельні розетки для підключення прибиральних механізмів. Штепсельні розетки слід встановлювати на відстані, що забезпечує можливість використання прибиральних механізмів з провідником живлення до 15 м. Можна встановлювати одну штепсельну розетку на кілька приміщень, якщо вказана довжина провідника забезпечує прибирання кожного приміщення.

Не дозволяється встановлювати штепсельні розетки в мережі аварійного освітлення.

Штепсельні розетки повинні встановлюватися:

а) у приміщеннях виробничого призначення на висоті 0,8-1 м від рівня підлоги. При підводі проводів зверху допускається встановлювання на висоті до 1,5 м;

б) в адміністративно-конторських, лабораторних, житлових та інших приміщеннях на висоті, зручній для приєднання до них електричних приладів, залежно від призначення приміщення і оформлення інтер'єру, але не вище 1 м

від рівня підлоги. Допускається установлювання штепсельних розеток в (на) спеціально прилаштованих для цього плінтусах і кабелях-каналах коробах), виготовлених із негорючих і важкогорючих матеріалів;

в) у школах і дитячих закладах, у приміщеннях для перебування дітей на висоті 1,8 м від рівня підлоги.

Вимикачі світильників загального освітлення повинні установлюватися на стіні з боку дверної ручки на висоті від 0,8 до 1,7 м від рівня підлоги, а в школах і дитячих закладах у приміщеннях для перебування дітей – на висоті 1,8 м від рівня підлоги.

У будинках і приміщеннях для інвалідів та маломобільних груп населення електричні вимикачі і штепсельні розетки слід установлювати на висоті не більше ніж 1 м від рівня підлоги і на відстані не менше ніж 0,4 м від бокової стіни приміщення.

Мінімальна відстань від вимикачів, штепсельних розеток і елементів електроустановок до газопроводів повинна бути не менше ніж 0,5 м.

Не дозволяється приховане установлювання в стінах між різними квартирами на одній осі з'єднувальних і відгалужувальних коробок, вимикачів та штепсельних розеток, крім випадків установлення між ними важко прохідних перегородок.

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 установлюватися за межами цих приміщень.

У мильних приміщеннях лазень, пральних приміщеннях пралень установлення вимикачів освітлення не допускається.

ТЕМА 12 ЕКСПЛУАТАЦІЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК

Правильна експлуатація установок природного та штучного освітлення мають велике значення для створення високого рівня освітленості в приміщеннях та економії електроенергії, що витрачається на штучне освітлення.

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 витрат електроенергії на штучне освітлення.

Приміщення і робочі місця повинні забезпечуватися штучним освітленням, достатнім для безпечного виконання робіт, перебування і пересування людей і задовольняючим вимогам чинних нормативних правових актів.

Так, в навчальних класах, у тому числі тих, що мають комп'ютери, загальне освітлення має бути не менше 300-500 люкс; у кабінетах і робочих кімнатах не менше 300 люкс; у приміщеннях технічного обслуговування не менше 200 люкс.

Чистка ламп та освітлювальної арматури повинна проводитися за затвердженим на підприємстві графіком в залежності від місцевих умов праці та виробничих ділянок. Також чистка арматури повинна проводитися при заміні джерел світла.

Освітлювальній установці, як і будь-якій технічній системі, властиві часткові або повні невідновлювані відмови. Надійність ОУ забезпечується шляхом регулярного відновлення та чищення забруднених деталей 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 світлових отворів.

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 виробниками.

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.

При розробці проекту освітлювальної установки необхідно передбачити вирішення питань, пов'язаних з обслуговуванням освітлювальних приладів і доступом до елементів електричної мережі.

При висоті підвісу освітлювальних приладів більше 4,5 м (гранична висота для обслуговування з драбини) для доступу до елементів освітлювальної установки можуть бути використанні низка способів.

Наприклад, сервіс з мостових монтажних, ремонтних і технологічних кранів або кран-балок, обладнаних особливими захищеними майданчиками.

За наявності технічного поверху вірогідна організація обслуговування освітлювальних приладів з нього, а в деяких випадках передбачається опускання освітлювальних приладів вниз для обслуговування їх з підлоги.

Широко застосовується сервіс світильників за допомогою пересувних телескопічних веж і висувних сходів різної конструкції.

У багатьох будівлях, наприклад театрах, кіноконцертних залах, крупних конференц-залах, влаштовуються стаціонарні і викочування містки, що дозволяють забезпечити легкий і простий доступ до світильників для їх чищення і зміни ламп.

Досить часто світильники кріпляться до поручнів містків, і по цих же містках (найчастіше металевим) прокладаються електричні мережі, силові та освітлювальні

Проте на виготовлення містків витрачається багато металу і вони здорожують будівництво, у зв'язку з чим їх вживання вимагає спеціального дозволу міністерства або відомства, до якого відноситься дане будівництво.

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 кожен 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.

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.

Таблиця 12.1 – Терміни періодичного обслуговування освітлювальних установок

Вид обслуговування	Періодичність, раз на рік, не рідше
Перевірка освітленості	12
Вимірювання навантажень і напруги 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 саме, для переносних трансформаторів	6
Огляд опор, кронштейнів і тросових розтяжок	За графіком
Чищення ламп і освітлювальної арматури світильників	
Чищення скла світлових отворів в приміщеннях з виділенням пилу, диму, кіптяви	
- незначним	6
- значним	3
Забарвлення стін, стель, устаткування	За графіком

Можливі й інші конструктивні рішення, наприклад обслуговування з різних майданчиків, балконів і тому подібне. Тому необхідні заходи для доступу до світильників повинні передбачатися проектами.

Але, як би відмінно не була запроектована і змонтована освітлювальна установка, вона може швидко вийти з ладу, якщо буде відсутній постійний догляд за нею і її експлуатація вестиметься на низькому технічному рівні.

Основне правило експлуатації ОУ зводиться до регулярного спостереження, своєчасного ремонту і усунення знайдених проблем в роботі усіх частин освітлювальної установки.

фотометричні виміри освітленості в основних виробничих і технологічних цехах і приміщеннях з контролем відповідності потужності ламп проекту і розрахункам проводять 1 раз на рік.

Освітленість перевіряють за допомогою люксметра в усіх виробничих цехах і на основних робочих місцях. Отримані значення освітленості повинні відповідати розрахунковим і проектним даним.

Перш ніж приступити до перевірки освітленості, необхідно встановити місця, на яких доцільно виміряти освітленість. Результати оглядів і перевірок оформлюють актами, затвердженими головним енергетиком підприємства

ТЕМА 13 ОСНОВНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ЕКОНОМІЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ОСВІТЛЮВАЛЬНІЙ УСТАНОВЦІ

Основними рекомендаціями з економії електроенергії в освітлювальній установці є:

1. Скорочення областей вживання ЛР (відповідно до рекомендацій з вибору ДС) і розширення вживання РЛ та СД, переважно тих з них, які мають найбільшу світлову віддачу. Повна відмова від вживання ЛР і заміна їх світлодіодами і КЛЛ.

2. Використання в приміщеннях з важкими умовами середовища малопотужних РЛВТ ($P_{\text{РЛ}} < 250 \text{ Вт}$) замість ламп розжарювання, енергоекономічних ЛЛ замість ЛЛ потужністю 80 Вт, ламп-світильників типу ДРІ замість ламп типу ДРЛ, щілистих світловодів з лампами типу ДРІ 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 РЛВТ, 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 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 таке інше), 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.

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

13. 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.

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

15. 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 РЛВТ – на 13 – 18%.

16. Вживання в ОУ, де потужність РЛВТ 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.

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

18. 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.

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

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

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Правила улаштування електроустановок. ПУЕ, Розділ 6. Електричне освітлення. – Київ, Міністерство енергетики та вугільної промисловості України, 2017. – 617 с.
2. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. ДБН – В.2.5-23:2010. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. – 165 с.
3. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд. ДБН В.2.5-27: 2006. – Київ : Мінбуд України, 2006. – 172 с.
4. Природне і штучне освітлення. ДБН В.2.5-28:2018.– Київ : Мінрегіон України, 2018. – 133 с.
5. Склад та зміст проектної документації на будівництво. ДБН А. 2.2 – 3 – 2014. – Київ, Мінрегіон України, 2014. – 32 с.
6. Справочная книга по светотехнике. 3-е издание / Под ред. Ю. Б. Айзенберга. – М. : Знак, 2006. – 972 с.
7. Справочная книга для проектирования электрического освещения. 2-е издание / Кнорринг Г. М., Фадин Н. М., Сидоров В. Н. – С-Пб, Энергоатомиздат, 1992. – 448 с.
8. Сибикин Ю. Д. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий. – М. : Академия, 2007. – 256 с.
9. Ханников А. А. Электрик. Новый строительный справочник. – Ростов н/ Д. : Феникс, 2008. – 249 с.
10. Клименко Б. В. Електричні апарати. – Харків : Видавництво Точка, 2013. – 400 с.

Навчальне видання

Салтиков Віктор Олександрович,

Поліщук Валентина Миколаївна,

Коляда Оксана Юріївна

ПРОЕКТУВАННЯ, МОНТАЖ І ЕКСПЛУАТАЦІЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

*(для студентів денної та заочної форм навчання
освітнього рівня «бакалавр» та «магістр»
за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка)*

Відповідальний за випуск *В. М. Поліщук*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *Є. Г. Панова*

План 2015, поз. 90Л

Підп. до друку 30.01.2020. Формат 60 × 84/16.

Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 5,5

Тираж 50 прим. Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.