

УДК 628.9:637

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
електротехніки, електромеханіки
та електротехнологій

„_____” 2026 р.
число місяць рік

**на тему: « РОЗРОБКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ
ОСВІТЛЕННЯ СКЛАДУ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ МОЛОКОЗАВОДУ З
ОПТИМІЗАЦІЄЮ СХЕМИ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ»**

Орієнтація освітньої програми освітньо-наукова

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Людвік В.В.
(ПІБ)

КИЇВ – 2026

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ННІ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
електротехніки, лектромеханіки
та електротехнологій
К.Т.Н., доцент /ОКУШКО О.В./
науковий ступінь, вчене звання
підпис _____ ПП
„_____” 2025 р.
число місяць рік

З А В Д А Н Н Я

до виконання магістерської кваліфікаційної роботи студенту

ЛЮДВІКУ ВАЛЕНТИНУ ВІКТОРОВИЧУ

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Спеціальність 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітня програма «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Орієнтація освітньої програми освітньо-наукова
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: **«Розробка енергоефективної системи освітлення складу готової продукції молокозаводу з оптимізацією схеми електроживлення»**

затверджена наказом ректора НУБіП України від “18” 11 2024 р. № 2058»С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2026.05.20
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи:

- а) Результати науково-дослідницької роботи кафедри ЕЕЕ.
- б) Публікації співробітників кафедри ЕЕЕ.
- в) Система ПЗР і ТО електрообладнання сільськогосподарських підприємств.
- г) Нормативні документи: ПУЕ, ПТЕЕС та ПБЕЕС, ДСТУ, ДБН тощо.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

- а) **Аналітична частина.** Аналіз характеристик і стану науково-виробничої проблеми освітлення складу молочної продукції
- б) **Технологічна частина.** Обґрунтування і вибір технологічного обладнання
- в) **Електротехнічна частина.** Обґрунтування процесу і системи обладнання для енергоефективного освітлення складу молочної продукції.
- г) **Розробка питань оптимізації системи енергоживлення цеху.**
- д) **Дослідницька частина.** Розроблення системи та режимів керування роботою процесом освітлення.
- е) **Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.**

Перелік графічного матеріалу (за потреби) _____

Дата видачі завдання “15” квітня 2025 р

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____

(підпис)

Червінський Л.С.

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

Людвік В.В.

(прізвище та ініціали студента)

РЕФЕРАТ

Магістерської роботи Людвік В.В. «Розробка енергоефективної системи освітлення складу готової продукції молокозаводу з оптимізацією схеми електроживлення».

Актуальність дослідження. Одним із ключових напрямів розвитку сучасних енергоефективних освітлювальних установок є максимальне використання природного освітлення під час проєктування будівель і споруд. Такий підхід спрямований на зменшення споживання електроенергії за рахунок скорочення тривалості роботи штучних джерел світла, водночас забезпечуючи нормативні показники освітленості та комфортні умови для перебування людей.

У зв'язку з цим особливого значення набуває застосування комп'ютерних технологій у процесі розроблення систем освітлення. Світлотехнічне проєктування передбачає виконання значної кількості розрахунків і аналіз великого масиву вихідних даних. Під час вибору освітлювальної установки необхідно враховувати численні параметри, серед яких характеристики джерел світла, типи світильників, способи їх розташування та особливості об'єкта освітлення.

Важливу роль у сучасній практиці відіграють системи автоматизованого проєктування освітлювальних установок. Використання спеціалізованого програмного забезпечення та електронних баз даних дозволяє суттєво прискорити процес вибору технічних рішень, оптимізувати підбір світлотехнічного обладнання та виконати порівняльний аналіз різних варіантів за технічними, енергетичними й економічними показниками.

Тому одним із перспективних напрямів удосконалення світлотехнічного проєктування є створення та впровадження оптимізованих методів розрахунку і проєктування систем освітлення, що забезпечують високу якість освітлення та раціональне використання енергетичних ресурсів.

Мета і завдання дослідження. Метою даного магістерського дослідження визначено обґрунтування та розроблення нескладного програмного продукту для комп'ютерного розрахунку енергоефективного освітлення виробничих приміщень складу молочної продукції.

Для досягнення поставленої мети сформульовано наступні етапи

дослідження :

Проаналізувати сучасні методи розрахунку освітлювальних установок та систем; визначити нормативні показники для створення ефективного освітлення на робочих місцях, проаналізувати і дослідити сучасні системи створення штучного ефективного освітлення на робочих місцях,

Проаналізувати і за необхідності розробити методику вибору кривих сили світла (КСС) світлорозподілу вибраних світильників та джерел світла;

Розробити спрощений варіант програмного забезпечення для швидкого проведення світлотехнічного розрахунку з мінімальними затратами машинного часу і максимальній ефективності освітлювальної установки приміщень складу готової продукції .

Об'єкт дослідження –світлотехнічні та електроенергетичні процеси і їх параметри в системах освітлення приміщень складу молочної продукції.

Предмет дослідження - техніко-енергетичні характеристики джерел оптичного випромінювання та світильників для їх використання в освітлювальних установках приміщень складу з врахуванням їх особливостей та вимог.

Наукова новизна отриманих результатів.

Проведено детальний аналіз та обґрунтовано ефективної методики вибору світильників для створення нормованого значення освітленості на робочій поверхні при оптимальному світлорозподілі світильника для забезпечення рівномірного освітлення заданої поверхні ;

Проаналізовано сучасні комп'ютерні програми для розрахунку освітлювальних систем , вибрано основи програмного забезпечення для розроблення спрощеного світлотехнічного розрахунку освітлювальної установки.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблення та впровадження спрощеного світлотехнічного розрахунку освітлювальної установки у виробництво при проектуванні освітлювальних систем зменшує витрати на проектування та підвищує його швидкість впровадження .

Апробація. Результати досліджень за темою «SMART СВІТЛОДІОДНА

СИСТЕМА ОСВІТЛЕННЯ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА « були
представлені на 78-а науково-практична конференції
студентів «Енергозабезпечення, електротехнології, електротехніка та
інтелектуальні управляючі системи в АПК» 24 квітня 2025 . м.Київ

Структура роботи. Робота складається зі вступу, 4 розділів,
висновків, переліку посилань (34 найменувань). Загальний обсяг
текстової частини —
_____сторінки, _____таблиць, _____рисуноків.

Ключові слова: *склад готової продукції молокозаводу,,освітлювальна
установка, джерела світла, світильники, нормована освітленість,
коефіцієнт використання світлового потоку, методи розрахунку*

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНО ОГЛЯДОВИЙ РОЗДІЛ ...	7
1.1 Нормативні величини для штучного освітлення приміщень....	7
1.2 Аналіз методики проектування освітлювальних систем	12
1.3 Висновки до розділу	18
РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТУВАНІ ОСНОВИ СВІЛОТЕХНІЧНИХ	20
РОЗРАХУНКІВ	
2.1 Галузеві норми освітлення виробничих об'єктів	20
2.2 Основи комп'ютерного проектування освітлювальних установок та систем	27
2.3 Розробка програмного забезпечення для світлотехнічного розрахунку освітлювальної установки	32
2.4 Вибір світлових приладів та аналіз результатів світлотехнічного розрахунку	37
2.5 Висновки до розділу	45
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБЛЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СВІЛОТЕХНІЧНОГО	46
МЕТОДУ ВИБОРУ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ	
3.1 Проектування освітлювальних мереж та розрахунок і вибір проводів, кабелів	45
3.2 Розробка схеми живлення освітлювальної установки апаратів та шафи керування групами	50
3.3 Висновки до розділу	57
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ	58
СИТУАЦІЯХ	
4.1 Вимоги до експлуатації освітлювальних установок та контроль за станом охорони.....	59
4.2 Протипожежні вимоги до освітлення	59
4.3 Стійкості роботи об'єктів під час надзвичайних ситуацій	62
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	64

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасне проектування систем освітлення промислових і складських приміщень потребує високої точності, швидкості та врахування великої кількості факторів. Зниження споживання електроенергії освітлювальними установками можна забезпечити наступними шляхами :

- 1) застосуванням енергозберігаючих штучних джерел освітлення зокрема світлодіодними ;
- 2) використання енергоефективної пускорегулювальної і керуючої апаратури; з елементами автоматизації процесу освітлення
- 3) максимальне використання природного освітлення у випадку його можливого використання ;
- 4) керування штучним освітленням на підставі ідентифікації руху та інших процесів .

Ефективність застосування світлодіодного освітлення у складах готової продукції з виробництва і переробки молока обґрунтовується технічними, економічними, енергетичними та експлуатаційними перевагами світлодіодних світильників у порівнянні з традиційними джерелами світла.

Широкий розвиток продукції на основі світлодіодів забезпечує використання світлодіодного освітлення у складах готової продукції є технічно та економічно доцільним. Світлодіодні системи забезпечують високий рівень освітленості, значне зниження енергоспоживання, довговічність роботи, мінімальні витрати на обслуговування та підвищення безпеки експлуатації складських приміщень. Саме тому LED-освітлення є найбільш ефективним рішенням для сучасних складських комплексів і промислових підприємств.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Дослідження і аналіз сучасних методів розрахунку освітлення

Сучасні системи проектування освітлення являють собою програмні комплекси, призначені для розрахунку, моделювання та оптимізації освітлювальних установок у будівлях, промислових приміщеннях, теплицях, складах, фермах та на відкритих територіях. Тому використання автоматизованих програмних засобів світлотехнічного розрахунку є значно ефективнішим у порівнянні з традиційними інженерними методами ручного розрахунку.

Зокрема забезпечуються наступні переваги

1. Підвищення точності розрахунків

Традиційні методи (метод коефіцієнта використання світлового потоку, точковий метод) базуються на спрощених формулах і не дозволяють повністю врахувати:

- геометрію приміщення;
- вплив обладнання та стелажів;
- багатократні відбиття світла;
- реальні фотометричні характеристики світильників;

Автоматизовані програми (Dialux, Relux, Calculux та ін.) використовують тривимірні моделі та методи глобального освітлення, що забезпечує значно вищу точність результатів.

2. Реалізується можливість просторового 3D-моделювання приміщення

Програмний комп'ютерний розрахунок дозволяє: створити точну 3D-модель складу; врахувати висоту приміщення; розміщення стелажів; технологічне обладнання; колір та коефіцієнти відбиття поверхонь.

У ручних методах такі фактори або не враховуються, або приймаються приблизно.

3. Забезпечується оптимізація вибору світильників

Автоматизовані системи дозволяють швидко: змінювати типи світильників;

- порівнювати різні варіанти; аналізувати криві сили світла; визначати оптимальну висоту встановлення; мінімізувати кількість світильників.

Це дозволяє отримати найбільш економічно ефективний варіант освітлення.

4. Реалізується значне скорочення часу проектування

Ручний розрахунок великих об'єктів є трудомістким та займає значний час.

Програмне забезпечення дозволяє: автоматично виконувати складні обчислення; швидко коригувати проект; автоматично формувати звіти; отримувати результати за декілька хвилин. Особливо це важливо для великих складських комплексів та промислових підприємств.

5. В процесі вибору системи освітлення наявна візуалізація результатів

Однією з головних переваг програмного розрахунку є можливість візуалізації: розподілу освітленості; зон затемнення; яскравості поверхонь; аварійного освітлення.

Проектувальник може одразу побачити проблемні ділянки та усунути недоліки ще на стадії проектування.

6. Відповідність нормативним вимогам

Сучасні програмні продукти автоматично перевіряють відповідність результатів: ДБН В.2.5-28:2018; EN 12464; міжнародним стандартам освітлення. Це знижує ймовірність помилок та невідповідності проекту нормативним документам.

7. Значна економічна ефективність

Автоматизований розрахунок дозволяє: зменшити встановлену потужність освітлення; знизити експлуатаційні витрати; мінімізувати перевитрати обладнання; скоротити витрати електроенергії.

Навіть незначна оптимізація у великих складських приміщеннях забезпечує суттєву економію.

8. Важливою перевагою програмних продуктів для розрахунку освітлення в приміщеннях є можливість інтеграції з CAD-системами

Програмні комплекси можуть працювати разом із: AutoCAD; Revit; SolidWorks; BIM-технологіями.

Всі наведені переваги значно спрощує комплексне проектування електротехнічних систем будівлі. Автоматизований програмний розрахунок освітлення має суттєві переваги над традиційними ручними методами, оскільки забезпечує високу точність, швидкість виконання, можливість 3D-моделювання, оптимізацію енергоспоживання та відповідність нормативним вимогам. Використання сучасних світлотехнічних програм дозволяє отримати ефективні, економічні та технічно обґрунтовані рішення для освітлення складських і промислових об'єктів.

Для проектування освітлення теплиць, складів молочної продукції та тваринницьких приміщень найчастіше використовують **DIALux evo** та **Relux**, оскільки вони дозволяють враховувати особливості LED-світильників, природного освітлення та вимоги до енергоефективності.

.1.2.Основні нормативні документи проектування освітлювальних установок в складських приміщеннях

Основними нормативними та довідковими матеріалами з проектування освітлювальних установок є:

Вітчизняні нормативні документи;

- Зарубіжні нормативні документи EN, DIN, рекомендації МКО (CIE);
- Галузеві норми штучного освітлення;
- Інструкції з проектування, ПУЕ;
- Інша довідкова та нормативна література

В даний час основними є норми освітленості ДБН В.2.5-28:2018 **Природне і штучне освітлення**. Ці будівельні Норми поширюються на проектування освітлення територій, приміщень нових та існуючих, що підлягають реконструкції, будівель і споруд житлового, цивільного, виробничого призначення та цивільного захисту, місць виконання робіт на відкритих просторах, територій промислових та сільськогосподарських підприємств, залізничних колій, площ підприємств, зовнішнього освітлення міст, поселень та сільських населених пунктів, вулиць та доріг, озеленених територій (парки, сквери, лісопарки), зон відпочинку на ландшафтно-рекреаційних територіях та курортних зон, пляжів, пішохідних переходів,

фасадів будівель, прибудинкових територій, дитячих майданчиків, сміттєвих майданчиків, автостоянок та гаражів, автозаправок, торговельних майданчиків, ринків.

Оскільки природне освітлення постійно змінюється протягом дня залежно від погоди та інших факторів, то для його нормування, згідно з ДБН В.2.5-28 - 2006, прийнятий коефіцієнт природної освітленості (КПО). Він виражається у відсотках і визначається відношенням освітленості у певній точці приміщення E_v (лк) до одночасної зовнішньої освітленості горизонтальної поверхні розсіяного світла небозводу E_n (лк).

$$e_n = \text{КПО} = (E_v / E_n) \cdot 100, \%$$

Даними нормами передбачено, що приміщення з постійним перебуванням людей повинні мати природне освітлення. Без природного освітлення допускається проектування приміщень, які визначені відповідними державними будівельними нормами та стандартами, а також приміщення, розміщення яких дозволено в підвальних поверхах будівель. Природне освітлення поділяється на бокове, верхнє і комбіноване (верхнє і бокове), транспортоване та акумульоване. Нормовані значення КПО, D_n , %, треба визначати залежно від призначення приміщень за відповідними таблицями 5.1, 5.2 та додатками Д і Ж Даного стандарту .

Вибір необхідних за нормами штучного освітлення параметрів (мінімальної або середньої освітленості, середньої яскравості дорожніх покриттів) і параметрів якості освітлення (показників осліпленості і дискомфорту, циліндричної освітленості, коефіцієнта пульсації проводиться, як правило, на підставі галузевих норм штучного освітлення, розроблених для багатьох галузей промисловості , видів виробництв, громадських будівель різного призначення. При відсутності галузевих норм нормування здійснюється за наявними галузевим нормам з аналогічними зоровими роботами, а іноді - пряме нормування по ДБН В.2.5-28:2018.

Норми промислового освітлення побудовані на основі класифікації робіт по певним кількісним ознаками. Провідною ознакою, визначальним розряд робіт, є найменший розмір розрізняються деталей, що при розрахунковому відстані до очей 0,5 м визначає їх кутовий розмір.

Уже в самих нормах ДБН містяться таблиці, що встановлюють освітленість для невиробничих приміщень. У таблиці норм освітленості для робіт, виконуваних на відкритих просторах, характеристикою розрядів є тільки кутові розміри розрізняються деталей.

При виконанні робочого проекту (РП) і робочої документації (РД) рівень освітленості від загального освітлення вибирається для кожного освітлюваного приміщення і вказується на кресленні плану (або в поясненнях до креслення). Для кожного приміщення визначаються також максимально допустимі значення показника осліпленості (або дискомфорту), циліндричної освітленості і коефіцієнта пульсації, проте в проекті вони не фіксуються, а виробляється лише перевірка прийнятих світлотехнічних рішень на відповідність нормативним документам. В РП установок промислових підприємств, міст і населених пунктів прийняті в проекті рівні освітленості (середньої яскравості) вказуються в поясненнях на кресленнях або в пояснювальній записці. [32]

На практиці проектування освітлювальних установок не регламентуються методи розрахунку показників освітлення. Вони можуть виконуватися, як інженерними методами, так і за допомогою світлотехнічних комп'ютерних програм. Головне, щоб результати розрахунку вкладалися в регламентовані значення і допуски по точності, щодо реальних умов освітлення.

Важливою частиною практичної світлотехніки є врахування природного освітлення, під якою ми будимо розуміти освітлення приміщень зовнішнім світлом неба (прямим або відбитим), що проникає через світлові прорізи чи вікна в огорожувальних конструкціях [31].

Наприклад, у невеликих приміщеннях при односторонньому боковому природному освітленні нормується мінімальне значення коефіцієнта природнього освітлення КПО в вибраній точці, розташованій на перетині вертикальної площини розрізу приміщення і горизонтальної умовної робочої поверхні, на відстані 1 м від стіни, найбільш віддаленої від світлового вікна, а при двосторонньому боковому освітленні - в вибраній точці посередині приміщення [31].

Коефіцієнт природної освітленості (КПО) визначає % відношення природної освітленості, яка створюється в деякій точці заданої площини всередині приміщення світлом неба (безпосереднім або після відбивання), до значення зовнішньої горизонтальної освітленості, створюваної світлом повністю відкритого небосхилу поза приміщенням на такій же висоті умовної робочої поверхні [31].

В нашому випадку, коли маємо великогабаритне виробниче приміщення при бічному освітленні мінімальне значення КПО нормується в точці, рівно віддаленій від світлових прорізів.

Якщо є світлові прорізи на криші, при верхньому або комбінованому природному освітленні нормується середнє значення КПО в точках, розташованих на перетині вертикальної площини характерного розрізу приміщення і умовної робочої поверхні (або підлоги). Як правило, Перша і остання точки приймаються на відстані 1 м від поверхні стін або осей колон.

Даним стандартом допускається розподілення приміщення на зони з боковим освітленням (зони, які примикають до зовнішніх стін з вікнами) і зони з верхнім освітленням. В таких випадках нормування та розрахунок природного освітлення в кожній зоні виконуються незалежно один від одного.

У виробничих приміщеннях із вимогою до зорової діяльності людини (зоровою роботою I-III розрядів) слід влаштовувати суміщене природне і штучне освітлення. Допускається застосовувати верхнє природне освітлення в великопрогонових складальних цехах, в яких роботи виконуються в значній частині об'єму приміщення на різних рівнях від підлоги і на орієнтованих в просторі робочих поверхнях. При цьому нормовані значення КПО приймаються для розрядів I-III відповідно 10, 7, 5% [32].

Нормовані значення КПО, для будівель, розташованих в відповідних світлових кліматичних районах визначається за формулою

$$e_N = e_H m_N, \quad (1.3)$$

де N - номер групи зорової забезпеченості природним світлом ;
 e_H - нормативне значення КПО згідно ДБН;
 m_N - коефіцієнт враховуючий район світлового клімату.

Вставивши і відповідних таблиць додатку ДБН значення коефіцієнтів за формулою (1.3) отримаємо нормативне значення, яке слід округлити до десятих часток [32].

Прочому, загальний розрахунок коефіцієнта природної освітленості (КПО) визначаємо за відповідними виразами, а саме: Для забезпечення нормованої величини КПО необхідно реалізувати відповідну площу світлових прорізів (вікон) у приміщенні. На практиці світлотехнічний розрахунок зводиться до визначення площі та конструкції світлових прорізів відповідно до нормативів, передбачених ДСН.

Сумарна площа світлових прорізів (S), що потрібна для забезпечення потрібного бічного освітлення, розраховується за такою формулою:

$$S = S_{\text{п}} \cdot e_{\text{н.ф}} \cdot \eta_{\text{про}} \cdot k_{\text{буд}} \cdot k_{\text{з}} / (100 \cdot \tau_{\text{про}} \cdot y_1),$$

$$S = S_{\text{п}} \cdot e_{\text{н.ф}} \cdot \eta_{\text{про}} \cdot \text{до}_{\text{буд}} \cdot \text{до}_{\text{з}} / (100 \tau_{\text{про}} \cdot y_1),$$

де $S_{\text{п}}$ – площа приміщення; $e_{\text{н.ф}}$ – нормативне значення КПО, з урахуванням значень коефіцієнтів m^i і c^i ; $\eta_{\text{про}}$ – світлова характеристика віконних прорізів; $k_{\text{буд}}$ – коефіцієнт, що враховує затінення вікон; $k_{\text{з}}$ – коефіцієнт запасу, що залежить від запилення приміщення, розташування окон та періодичності їх очищення; $\tau_{\text{про}}$ – загальний коефіцієнт пропускання світла; y_1 – коефіцієнт, що враховує світло, відбите сусідніми конструкціями.

в) при комбінованому (верхньому і боковому) освітленні:

$$e_p^k = e_p^e + e_p^b, \quad (1.6)$$

У виробничих приміщеннях глибиною до 6 м при односторонньому боковому освітленні нормується мінімальне нормоване значення КПО, яке

повинно бути забезпечено у розрахунковій точці умовної робочої поверхні, що знаходиться на перетині цієї поверхні та вертикальної площини характерного розрізу приміщення на відстані 1 м від стіни, протилежної вікнам, або в найбільш віддаленій від вікон точці робочої поверхні, в якій триває виробничий процес.

У великогабаритних виробничих приміщеннях глибиною більше ніж 6 м при боковому освітленні нормується мінімальне значення КПО в точці на умовній робочій поверхні, віддаленій від світлових прорізів:

на 1,5 висоти від підлоги до верху світлових прорізів для зорової роботи I–IV розрядів;

на 2 висоти від підлоги до верху світлових прорізів для зорової роботи V–VII розрядів;

на 3 висоти від підлоги до верху світлових прорізів для зорової роботи VIII розряду.

Як видно з формул розрахунок природного освітлення є однією з неоднозначних і складних завдань світлотехніки, чому свідчать численні вітчизняні та зарубіжні публікації [34-38].

Для виробничих приміщень при установленні нормованих значень КПО відповідно до таблиці 7.1 необхідно:

а) освітленість від системи загального штучного освітлення підвищувати на один ступінь за шкалою освітленості (крім розрядів Ib, Iv, IIб), якщо підвищення освітленості не передбачене 8.2.8. Освітленість від системи загального освітлення повинна складати не менше ніж 200 лк при розрядних лампах і 100 лк при світлодіодних лампах.. Створювати освітленість більше ніж 750 лк при розрядних лампах і 300 лк при світлодіодних лампах дозволяється тільки за наявності обґрунтування;

б) освітленість від світильників загального освітлення в системі комбінованого освітлення підвищувати на один ступінь за шкалою освітленості, крім розрядів Ia, Ib, IIа;

в) коефіцієнт пульсації Кп для I–III розрядів не повинен перевищувати 10 %.

Штучне освітлення при суміщеному освітленні приміщень слід проектувати також відповідно до розділу 8 ДБН ПРИРОДНЕ І ШТУЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ .

При проектуванні ОУ для виключення або зниження рівня віддзеркаленої блискавості необхідно забезпечувати правильне взаємне розташування світильників і робочої поверхні, обмеження яскравості і/або збільшення частини поверхні світильників, яка світиться, враховувати коефіцієнти відбиття матеріалів обробки стелі і стін. Значення захисних кутів відбивачів і екрануючих решіток ОП в залежності від яскравості ДС наведені в таблиці 8.4.

Таблиця 8.4 Значення захисних кутів відбивачів і екрануючих решіток ОП в залежності від яскравості

Коефіцієнти відбиття навколишніх поверхонь повинні бути:

від 0,7 до 0,9 – для стель; від 0,5 до 0,8 – для стін; від 0,2 до 0,7 – для робочих поверхонь; від 0,2 до 0,4 – для підлоги.

Коефіцієнт пульсації освітленості Кп в приміщеннях, де можливе виникнення стробоскопічного ефекту і є небезпека дотику до обертових або вібруючих об'єктів, не повинен бути більше 10 %.

Для робочих місць, обладнаних персональними комп'ютерами або моніторами, допустимі значення яскравості ОП, що відбиваються в екранах моніторів при нормальному напрямку лінії зору, в залежності від яскравості екранів/моніторів $L_{кр}$ наведені в таблиці 8.5.ДБН

Зупиняючись на інженерних методах розрахунку, варто згадати, що під таким розрахунком, в широкому сенсі слова, можна розуміти сукупність математичних операцій, що зв'язують параметри освітлювальної установки (число, потужність і розташування світильників і т.п.), і кількісну міру результативних світлотехнічних показників (освітленість, яскравість і т.д.).

Число цих параметрів і показників досить велике, відповідно до чого різноманітними можуть бути і завдання світлотехнічних розрахунків. З деякою умовністю розрахунки можуть бути розділені на прямі - коли визначаються необхідні параметри за заданими показниками, і перевіірочні - коли, при відомих параметрах, визначається очікуване значення показників.

Звичайною завданням розрахунку освітленості є визначення числа і

потужності світильників, необхідних для забезпечення заданого значення освітленості. Значно рідше виконуються перевірочні розрахунки, тобто визначення очікуваної освітленості при заданих параметрах установки.

Всі вживані прийоми розрахунку засновані на формулах, що пов'язують освітленість з характеристиками світильників і ламп:

$$E = \frac{\Phi}{S}, \quad (1.7)$$

$$E = \frac{I \cos \alpha}{r^2}. \quad (1.8)$$

Метод, заснований на (1.7) носить назву методу коефіцієнта використання. У своїх звичайних формах він дозволяє забезпечити середню освітленість горизонтальної поверхні з урахуванням всіх падаючих на неї потоків, як прямих, так і відображених.

Метод, заснований на (1.8), - точковий метод, дозволяє забезпечити заданий розподіл освітленості як завгодно розташованих поверхнях.

1.1 Висновки до розділу

При комп'ютерному світлотехнічному проектуванні, необхідно використовувати методи основні на адаптації та створення 3М освітлюваних об'єктів, дозволяють значно скоротити час розробки світлотехнічного проекту, шляхом вирахування з розрахунку областей і об'єктів в найменшій мірі впливають на розподіл випромінювання в сцені.

Методи по сполученню світлотехнічних програм між собою і з конструкторськими CAD додатками (AutoCAD, SolidWorks, 3D studio Max), створюють сприятливі умови з проведення якісного світлотехнічного проектування з нуля. А саме, маючи в розпорядженні тільки креслярську документацію на виході отримати фотореалістичні зображення майбутньої освітлювальної установки.

Використання світлотехнічних програм, що використовують метод

глобального освітлення, є єдиним варіантом реалізації якісного світлотехнічного проекту, дозволяючи на стадії проектування отримати результати з найменшим відхиленням від реальності.

РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1. Норми освітлення виробничих та промислових об'єктів

Розрахунок і вибір освітлення у складських приміщеннях в Україні регламентується рядом державних будівельних норм (ДБН), стандартів ДСТУ та міжнародних стандартів EN. Основним нормативним документом є: **ДБН**

В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення». Документ встановлює:

норми освітленості; вимоги до природного та штучного освітлення;
допустимі рівні яскравості; коефіцієнти запасу; вимоги до аварійного освітлення; енергоефективність систем освітлення;

У даному стандарті також визначено: мінімальні рівні освітленості складів; допустимі питомі потужності освітлення; вимоги до LED-світильників; правила розміщення світильників у виробничих та складських будівлях.

Основними документами, що регламентують правильність проектування світлотехнічних установок є:

1. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ, 2017)
2. ДБН В.2.5-23-2010 Проектування об'єктів цивільного призначення
3. ДСТУ Б В.2.5-82:2016 Електробезпека в будівлях і спорудах.

Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом

4. НПАОП 40.1-1.32-01 Електрообладнання спеціальних установок
5. НАБВ.01.056-2005/111 Правила будови електроустановок. Протипожежний захист електроустановок
6. ДСТУ Б.В.2.5-38:2008 Улаштування блискавкозахисту будівель та споруд.

Для виконання світлотехнічних розрахунків відповідно до нормативних документів застосовують спеціалізовані комп'ютерні програмні продукти, наприклад DIALux evo; Relux; AGi32.

Ці програми дозволяють: перевіряти відповідність ДБН і ДСТУ; розраховувати освітленість; моделювати розміщення світильників; визначати енергоспоживання; формувати звіти для проектної документації.

Нижче наведено план складу молочної продукції.

План об'єкту, що проектується зображено на рис. 2.1.



Рисунок 2.1 – Спрощена схема складу готової продукції та матеріалів

Наведена спрощена схема складу готової продукції та матеріалів. Це зумовлено тим, що на основному плані зображено велику кількість обладнання, що буде ускладнювати при проведенні світлотехнічного розрахунку.

На першому етапі світлотехнічного розрахунку необхідно визначити нормовані показники освітленості робочої поверхні кожного приміщення

Таблиця 2.2 –

Нормовані значення освітленості згідно ДБН В.2.5-28:2018 Природне та штучне освітлення для складу готової продукції та матеріалів

№	Найменування	Нормовані значення освітленості згідно ДБН В.2.5-28:2018 Природне та штучне освітлення, лк
1	Експедиція складу пакувальних матеріалів	200
2	Операторська	300
3	Коридор	150
4	Туалет для чоловіків, працівників складу	100
5	Туалет для жінок, працівників складу	100
6	Лабораторія вхідного контролю якості	300
7	Приміщення контролю якості	300
8	Кімната підлого мийних машин	100
9	Комора	100
10	Стелажний склад пакувальних матеріалів	150
11	Експедиція складу УНТ-продукції	200
12	Стелажний склад УНТ-продукції	150
13	Експедиція холодного складу з зоною комплектації (+4°C)	200
14	Холодильний склад молочної продукції (+4°C)	200
15	Холодильний склад молочної продукції (+4°C)	200
16	Морозильна камера (-18°C)	150
17	Морозильна камера (-18°C)	150
18	Морозильна камера (-18°C)	150
19	Морозильна камера (-7°C)	150

Аналізуючи показники наведені в таблиці . 2.2 констатуємо, що досить високий рівень освітленості (300лк) необхідно забезпечити для приміщень основної діяльності людей типу:

Причому, крім кількісних показників освітленості необхідно забезпечити важливі якісні показники освітленості, а саме:

низький показник сліпучої дії,

високі показники рівномірності розподілу освітленості та яскравості для комфортного перебування персоналу в приміщеннях.

Враховуючи сучасні тенденції світлотехнічної галузі для забезпечення такого високого рівня освітленості вибираємо світлододні світильники, які мають найвищу світлову віддачу в порівнянні із іншими джерелами світла (120-150 лм/Вт).

1. 3. Оптимізація проектування сучасних систем освітлення промислових об'єктів

Найпоширеніший для проектування освітлення складов, виробничих приміщень, ферм і теплиць це метод коефіцієнта використання світлового потоку . Його основні переваги: простий; достатньо точний для практичних розрахунків; найпоширеніший, використовується у більшості нормативних методик.

Основна формуларозрахунку зводиться до визначення загальної кількості вибраних світильників в конкретному приміщенні за виразом

$$N=E \cdot S \cdot K F \cdot \eta \cdot z \quad (1.1.)$$

де:

- E – нормована освітленість, на заданій робочій поверхні лк;
- S – загальна площа обраного приміщення, м²;
- K – коефіцієнт запасу який передбачає зменшення світлового потоку під час експлуатації;
- F – світловий потік обраного джерела світла світильника, лм;

- η – коефіцієнт використання світлового потоку (залежить від кривої сили світла світильника);
- z – допустимий коефіцієнт нерівномірності освітленості в приміщення .

Метод коефіцієнта використання світлового потоку є одним з базових ручних технологій в проектній практиці. Зазвичай цей метод застосовують для розрахунку середньої освітленості розрахункової поверхні в приміщеннях [1].

Метод коефіцієнта використання світлового потоку дозволяє розрахувати необхідну кількість світильників або рівень освітленості у приміщенні.

Він ґрунтується на визначенні коефіцієнта, що характеризує частку світлового потоку, яка досягає робочої поверхні після відбиття від стін, стелі та підлоги. Коефіцієнт залежить від геометрії приміщення, кольору поверхонь та розташування світильників. Цей метод ефективний для стандартних просторів із рівномірною освітленістю

Рівномірність розподілу освітленості по розрахунковій поверхні, відповідно до вимог ДБН враховують, використовуючи коефіцієнт нерівномірності, що дорівнює відношенню максимальної освітленості на майданчику до середньої [2]. Однак недосконалість даного показника давно є предметом дискусій, і в останній час інші підходи були не тільки запропоновані, але і введені в нормативні документи.

Поряд з цим у світовій практиці для оцінки рівномірності освітлення пропонується використовувати критеріальну оцінку і коефіцієнт варіації [3]. ається як відношення числа розрахункових точок N_c , задовольняють даним критерієм, до загальної кількості розглянутих точок N .

Оптимальна крива сили світла визначається на основі висоти приміщення, призначення об'єкта, нормативної освітленості, рівномірності світлового поля та енергоефективності системи. Для високих виробничих і складських приміщень найбільш ефективними є глибокі та концентровані КСС, а для офісних і навчальних приміщень — косинусні та широкі КСС. Використання сучасних програм моделювання дозволяє обґрунтувати вибір оптимальної кривої сили світла та забезпечити відповідність системи освітлення нормативним вимогам.

Розрахунок коефіцієнта використання світлового потоку доцільно проводити методом прямого трасування променя, використовуючи сучасні пакети світлотехнічного моделювання (Dialux, Lightscape та ін.). У загальному вигляді алгоритм вибору оптимальної форми КСС для освітлювальної установки наведено на рис. 2.3.

Крива сили світла (КСС) є однією з основних світлотехнічних характеристик світильника, яка визначає просторовий розподіл світлового потоку. У програмах DIALux evo та Relux розрахунок КСС виконується автоматизовано на основі фотометричних даних світильників.

. Особливості розрахунку кривої сили світла у DIALux evo

Програма дозволяє використовувати фотометричних файлів IES; файли LDT/Eulumdat. У цих файлах містяться: значення сили світла; кути випромінювання; світловий потік; потужність світильника; параметри КСС. Програма автоматично: будує полярні діаграми; визначає тип КСС; аналізує напрямок світлового потоку; розраховує кути розсіювання. DIALux Evo дозволяє: змінювати висоту підвісу; аналізувати перекриття світлових потоків; оцінювати рівномірність освітлення; мінімізувати кількість світильників.

Особливості розрахунку кривої сили світла світильника в програмному середовищі Relux

1. Висока точність фотометрії точні фотометричні моделі; розширені бібліотеки світильників; складні алгоритми трасування променів. Особливістю Relux є:

сумісний розрахунок денного і штучного світла; аналіз зміни КСС залежно від часу доби; оцінка енергоефективності. Програма дозволяє: аналізувати ізолюкси; визначати локальні перевищення яскравості; оцінювати світловий комфорт.

Результати світлотехнічних розрахунків для цеху відповідно алгоритму вибору наведені в табл. 2.3.

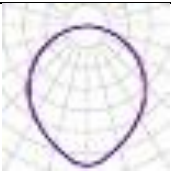
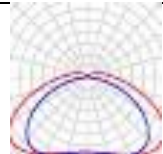
Таблиця 2.3 – Результат світлотехнічного розрахунку для холодильного складу молочної продукції з врахуванням типових КСС світильників

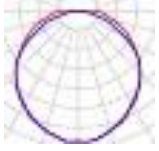
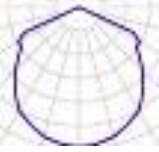
Тип КСС	E_{cp} , лк	$\eta_{o,y}$, %	E_{cp}/E_{max}	IL	E_{max}/E_{cp}	E_{min} , лк	E_{max} , лк
K1	214	88,36	0,899	0,85	1,112	101	238
K2	223	92,08	0,907	0,725	1,103	102	246
K3	231	95,38	0,868	0,509	1,152	110	266
Г1	206	85,06	0,862	0,755	1,160	106	239
Г2	212	87,54	0,865	0,619	1,156	104	245
Г3	218	90,01	0,886	0,509	1,128	104	246
Д3	195	80,52	0,867	0,682	1,154	109	225

Аналізуючи результати розрахунків, які приведені в таблиці. 2.1, бачимо, що максимальне значення освітленості в заданій точці робочої поверхні забезпечує світильник з кривою сили світла типу К2. Він забезпечує отримання в розрахунковій точці фактичну освітленість $E = 223$ лк. Що більше нормованої.

Таблиця 2.4

– Результат світлотехнічного розрахунку світлових приладів із різнотипними КСС

№	Тип КСС	E_{cp} , лк	$\eta_{o,y}$, %	E_{cp}/E_{max}	IL	E_{max}/E_{cp}	E_{min} , лк	E_{max} , лк
1		208	95,04	0,825	0,75	1,211	102	252
2		213	82,19	0,855	0,76	1,169	117	249

3		208	92,01	0,848	0,80	1,177	106	245
4		241	101,56	0,750	0,41	1,33	101	321

Аналізуючи результати щодо, найбільш рівномірної освітленості за приведених табл. 2.4 і рис. 2.5, оптимальним для приміщення холодильного складу молочної продукції є світильник з КСС під номером 3. Таким чином визначено оптимальний світлорозподіл світлових приладів в залежності від габаритів приміщення та необхідної освітленості., що підтверджує доцільність його використання .

2.3. Розробка програмного забезпечення для світлотехнічного розрахунку освітлювальної установки

Пріоритетними в сучасній науці вважаються завдання по створенню інформаційних систем підтримки проектування виробничих будівель і споруд, що неможливо без організації потоків інформації і впровадження сучасних алгоритмів обробки інженерних даних та використання баз даних сучасних світлових приладів.

В даний час на ринку є великий вибір систем автоматизованого проектування і спеціалізованого програмного забезпечення, однак для ефективного вирішення дослідницьких і проектних завдань залишається актуальним питання розробки і впровадження вітчизняних, сумісних з вимогами нормативних актів, інформаційних систем підтримки проектування і дослідження параметрів виробничих будівель і споруд.

DIALux evo є найбільш універсальною та зручною програмою для швидкого світлотехнічного проектування і аналізу КСС у виробничих, складських та офісних приміщеннях. **Relux** забезпечує більш глибокий аналіз світлорозподілу, денного освітлення та енергетичної ефективності,

що особливо важливо для складних архітектурних і енергоефективних об'єктів.

Для основного приміщення вибираємо систему загального освітлення з рівномірним розміщення світильників. Ця система забезпечує рівномірний розподіл освітленості заданого рівня по всій площі приміщення і виконується звичайно світильниками одного типу і потужності, розташованими на однаковій висоті.

В сільськогосподарських приміщеннях передбачається робоче та чергове освітлення.

Робоче освітлення – основний вид освітлення який призначений для забезпечення виробничого приміщення і робочих площин достатнім рівнем освітленості. Цей вид забезпечує потрібну продуктивність тварин, птахів, а також відповідні умови для виконання обслуговуючим персоналом виробничих операцій.

Чергове освітлення встановлюється в приміщеннях і на відкритих площадках там, де необхідний контроль по закінченню робочої зміни, наприклад у тваринницьких приміщеннях для спостереження за тваринами в нічний час. Для чергового освітлення вибирається 10% світильників робочого освітлення

Норму освітленості вибираємо з довідників в залежності від виду сільськогосподарських приміщень та типу ламп. Для зерноскладу вибираємо 30 лк, для складського приміщення та електрощитової– 100 лк, для службового приміщення – 150 лк.

Коефіцієнт використання світлового потоку світильників вибираємо з довідників в залежності від коефіцієнтів відбивання від поверхонь приміщень, від індексу приміщення та від типу світильника. Під час вибору типу світильника враховуємо умови оточуючого середовища, вимоги до характеру світлорозподілення, економічну доцільність. враховуючи, що при провітрюванні зерна виділяється велика кількість пилу, тому потрібно використовувати світильники належного виконання.

Обґрунтовуючи вище перераховані вимоги вибираємо світильник типу НСП 09 повністю пилезахищеного виконання, який має достатній

ступінь захисту від впливу навколишнього середовища. Потужність лампи повинна відповідати типу світильників, щоб виключити їх перегрівання і псування ізоляції ввідних проводів. Вибираємо тип лампи - Світлодіодна лампа Philips LEDBulb E27 18-150W 230V

. Прийнята система загального рівномірного освітлення.

Відстань між сусідніми світильниками визначаємо за формулою:

$$L = \lambda \cdot H_p, \text{ м}; \quad (3.20)$$

де λ – найвигідніша відносна відстань між світильниками; H_p – розрахункова висота підвісу, м.

Величину λ вибирають за умови:

$$\lambda_c \leq \lambda \leq \lambda_e,$$

де λ_c та λ_e – відповідно світлотехнічна і економічна вигідна відносна відстань.

Приймаємо $\lambda=1,5$ для кривої сили світла Д – косинусної.

$$H_p = H - h_c - h_p, \text{ м}; \quad (3.21)$$

де H – висота приміщення, м; $H=4,8$ м; h_c – відстань від стелі до світлового центру світильника м; h_p – рівень робочої поверхні над підлогою, м.

$$H_p = 4,8 - 0,5 - 0,3 = 4,0 \text{ м},$$

$$L = 1,5 \cdot 4,0 = 6,0 \text{ м}.$$

При довжині розрахункового приміщення $A=31$ м, та ширині $B=20$ м, кількість світильників у ряду становить: відповідно виразу

$$n_a = \frac{A}{L}, \text{ шт.}, \quad (3.22)$$

$$n_a = \frac{31}{6} = 5 \text{ шт.}$$

Кількість рядів світильників визначаємо з виразу :

$$n_b = \frac{B}{L}, \text{ шт.}; \quad (3.23)$$

$$n_b = \frac{20}{6,0} = 3,3 \text{ шт.}$$

Аналізуючи розрахунок, приймаємо три ряди світильників

Загальна кількість світильників визначається з виразу

$$N = n_a \cdot n_b, \text{ шт.}; \quad (3.24)$$

$$N = 5 \cdot 3 = 15 \text{ шт.}$$

Визначаємо відстань від стін до світильників за формулою:

$$l = 0,5 \cdot L = 0,5 \cdot 6,0 = 3,0 \text{ м.}$$

Поскільки коефіцієнт використання світлового потоку для кожного світильника залежить від коефіцієнтів відбивання стелі – ρ_{cm} , стін – ρ_c , та робочої поверхні – ρ_p , визначаємо індекс приміщення – i за формулою .

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A + B)}; \quad (3.25)$$

$$i = \frac{20 \cdot 31}{4 \cdot (20 + 31)} = 3,0$$

Згідно з табличних довідкових даних для обраного світильника типу НСП09-200 з косинусною кривою сили світла типу Д при $\rho_n=50\%$, $\rho_c=30\%$, $\rho_p=10\%$ та $i=3,78$ табличний коефіцієнт використання світлового потоку рівний: $\eta=0,64$.

Визначаємо розрахунковий світловий потік лампи необхідний для забезпечення заданої нормованої освітленості за наступною формулою:

$$\Phi = \frac{E_{\min} \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta}, \text{ лм}; \quad (3.26)$$

де $E_{\min}$ – нормована освітленість, лк; S – площа приміщення, м^2 ; K_3 – коефіцієнт запасу, $K_3=1,15$; Z – коефіцієнт нерівномірності

освітлення, $Z=1,1$; N – кількість світильників; η – коефіцієнт використання світлового потоку.

Отже, світловий потік лампи становить

$$\Phi = \frac{20 \cdot 31 \cdot 20 \cdot 1,15 \cdot 1,1}{15 \cdot 0,6} = 1743 \text{ лм.}$$

Найближча за параметрами світлодіодна лампа Philips LEDBulb E27 18-150W 230V, має світловий потік $\Phi=2000$ лм.

Тоді фактична освітленість становитиме :

$$E_{\phi} = E \cdot \frac{\Phi_{\text{л}}}{\Phi} = 200 \cdot \frac{2000}{1743} = 229 \text{ лк.}$$

Відхилення фактичної освітленості від нормованої:

$$\Delta E = \frac{E_{\phi} - E}{E} \cdot 100\% = \frac{22,9 - 20}{20} \cdot 100\% = +14,5\%,$$

що задовольняє діапазон допустимого відхилення: -10% до +20%.

Визначаємо загальна встановлена потужність в даному приміщенні:

$$P_{\text{вст}} = P \cdot N, \text{ кВт;} \quad (3.27)$$

де P – потужність лампи, кВт;

N – кількість ламп в приміщенні, шт.

$$P_{\text{вст}} = 0,150 \cdot 15 = 2,25 \text{ кВт.}$$

Поскільки маємо три ряди світильників то і розбиваємо на три групи.

Потужність першо ї групи становить :

$$P_1 = 5 \cdot 0,15 = 0,75 \text{ кВт.}$$

Потужність другої групи:

$$P_2 = 5 \cdot 0,15 = 0,75 \text{ кВт.}$$

Потужність третьої групи: відповідно

$$P_3 = 5 \cdot 0,15 = 0,75 \text{ кВт.}$$

Результати розрахунків освітлення зведені як приклад в світлотехнічну відомість

Таблиця 3.9.

Світлотехнічна відомість.

Назва приміщення	Площа, м ²	Коеф. відображення		Кількість світильників	Тип світильника	Освітлення, лк	Лампа			Загальна потужність, кВт	Питома потужність, Вт/м ²
		ρ_n	ρ_c				Тип	P, кВт	Φ_d , кВт		
Приміщення складу	620	50	30	15	НСП09х200	75	Philips LEDB ulb	0,15	2000	2,25	3,63

На рис. 2.6 показано інтерфейс програми розрахунку.

$$H_P = H_0 - h_c - h_P$$

$H_0 =$
 $h_c =$
 $h_P =$
 $H_P =$

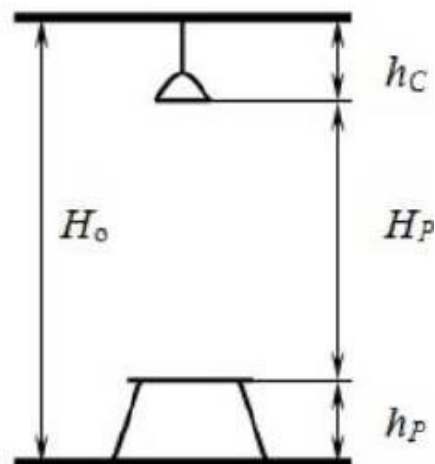


Рисунок 2.6 – Структура і малюнок інтерфейсу для введення початкових даних.

На рис. 2.7 показано введення даних і розрахунок відстані між рядами світильників

Рисунок 2.7 –Визначення відстані між рядами світильників

Нижче , на рис. 2.9 наведено послідовність розрахунку кількості світильників та проведення перевірного розрахунку.

Таким чином запропонований напівавтоматичний програмний продукт розрахунку системи штучного освітлення дозволяє автоматизувати

$$N'_A = \frac{N'_\Sigma}{N'_B}$$

$$N'_A = 15$$

$$N_\Sigma = N'_A \cdot N'_B$$

$$N_\Sigma = 45$$

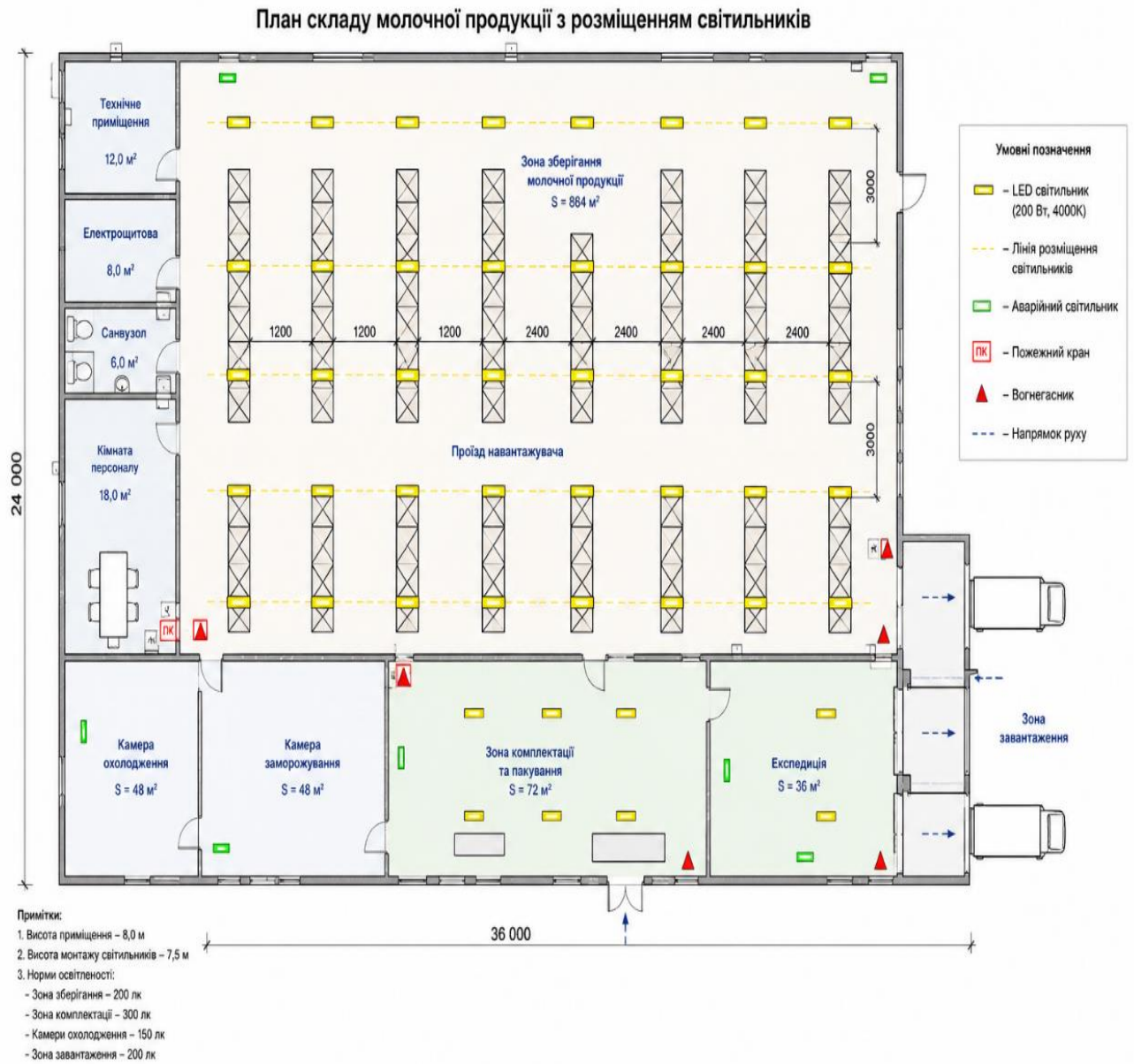
$$E = \frac{\Phi_{\lambda} n_c N_\Sigma \eta}{k_s Sz}$$

$$E = 104.35$$

процес світлотехнічного розрахунку промислових та виробничих приміщень і значно спростити сам розрахунок. Мінімізувавши витрати часу на розрахунок.

2.4. Вибір світильників та аналіз результатів світлотехнічного розрахунку

Згідно вище представленого прикладу аналогічні розрахунки було виконано для всіх приміщень складу молочної продукції. Схему розташування світильників представлено кресленні нижче



Виконаємо розрахунок і вибір освітлювальних мереж.

1. Визначаємо повну встановлену потужність.

$$P_{\text{вст}} = 3510 \text{ Вт}$$

2. Визначаємо орієнтовне навантаження на одну фазу.

$$P_{\phi} = \frac{P_{\text{вст}}}{3} = \frac{3510}{3} = 1170 \text{ Вт}$$

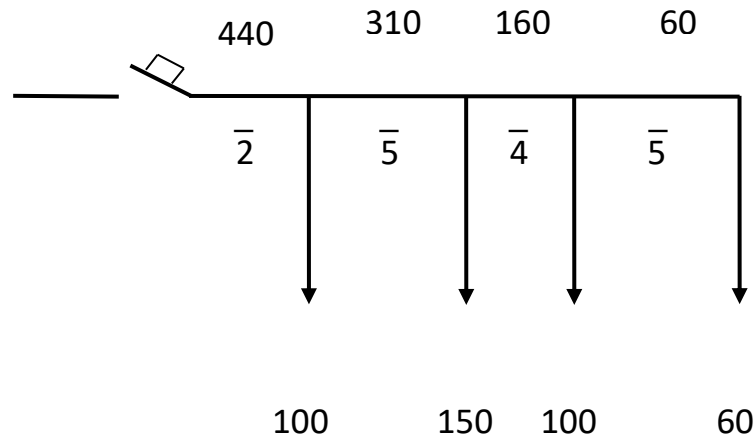
Розбиваємо проводку на групи

$$P_{\text{групи1}} = 640 \text{ Вт}$$

$$P_{\text{групи2}} = 640 \text{ Вт}$$

$$P_{\text{групи3}} = 590 \text{ Вт}$$

3. Нижче наведено розрахункову схему електричного навантаження групи №4.



Як і раніше в приміщеннях, живлення групи №4 виконуємо мідним кабелем ВВГ прокладена відкрито, на тросу.

Відповідно до розрахунків приймаємо кабель ВВГ перерізом $3 \times 2,5$

$$I_{\text{доп}} = 21 \text{ А} > I_{\text{групи4}} = 1,8 \text{ А}$$

Для живлення мережі даного приміщення на вводі передбачаємо установку освітлюваного щитка ОЩВ з однофазними автоматами типу ВА 47-29

$$I_{\text{ном}} = 63 \text{ А} > I_{\text{групи4}} = 1,8 \text{ А}$$

4. Виконаємо перевірку лінії на допустиму втрату напруги до найбільш віддаленої точки за формулою

$$\begin{aligned} \Delta U &= \frac{200 \sum Pl}{\gamma \times U_{\phi}^2 \times S} = \frac{200(60 \times 5 + 160 \times 3 + 310 \times 3 + 410 \times 5)}{32 \times 220^2 \times 2,5} \\ &= \frac{662000}{3872000} = 0,17 < U_{\text{д}} = 2,5\% \end{aligned}$$

Де Р-потужість ділянки в (Вт)

l-довжина ділянки в (Метрах)

γ -питома провідність алюмінію $\gamma=32 \frac{\text{ал} \times \text{м}}{\text{мм}^2}$

S 2,5-площа перерізу кабелю

РОЗМІЩЕННЯ СВІТИЛЬНИКІВ ТА МЕРЕЖІ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ

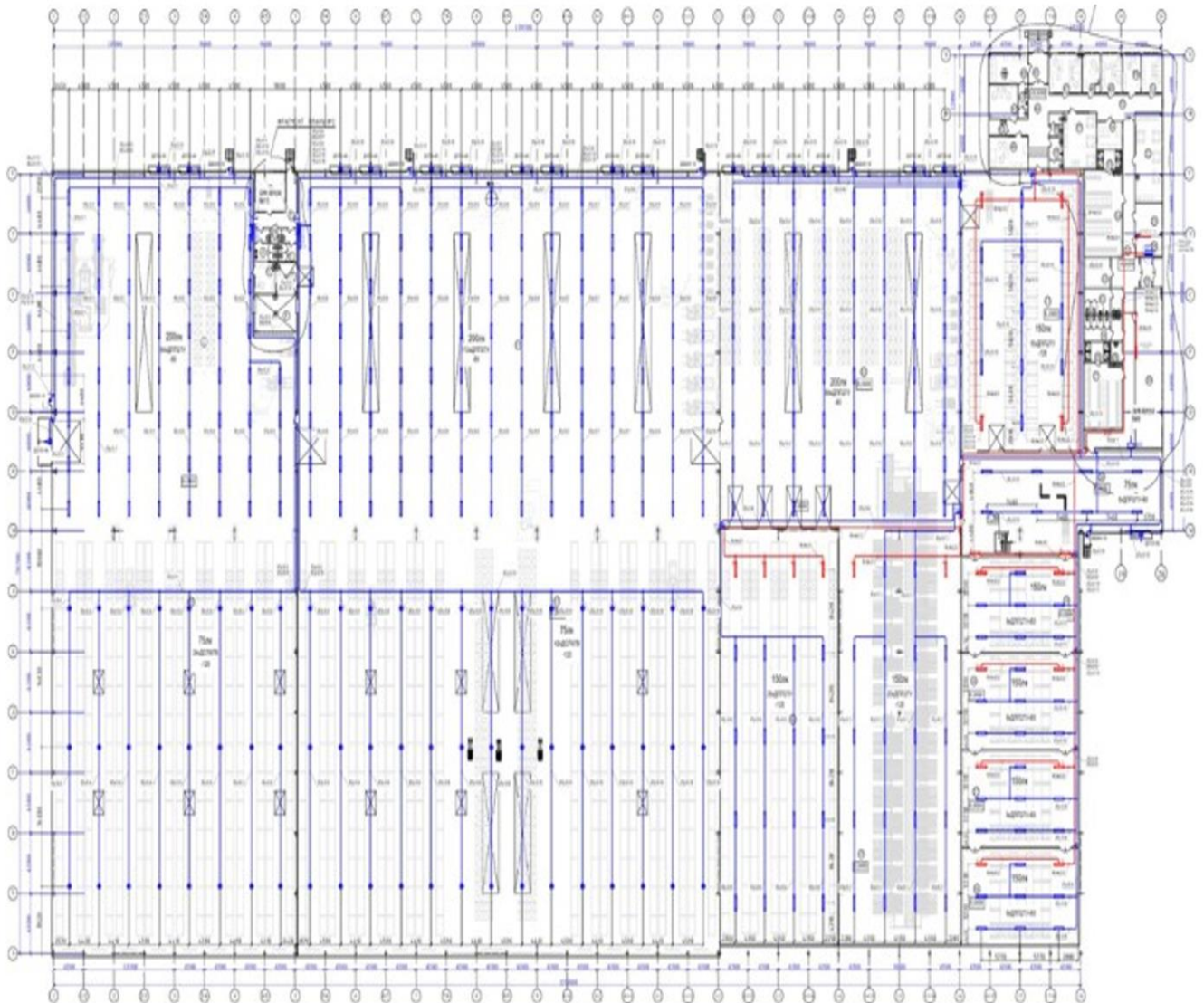


Рисунок 2.10 – Схема розташування світильників та мережі живлення

На рис.2.10 Приведено узагальнену схему розміщення освітлювального обладнання і мереж живлення для всього складу .

Світильники для високих промислових приміщень зазвичай мають такий вигляд: вони крупні, з потужними алюмінієвими корпусами, які добре розсіюють тепло. Часто це LED-панелі або прожектори, закріплені на підвісах чи кронштейнах. Оптика може бути спрямована для рівномірного освітлення

великих площ. Зовнішній дизайн прагне до лаконічності та довговічності, часто виконаний у нейтральних кольорах, як-от сірий чи чорний.

Більш детальна характеристика світильників для різного напрямку застосування, які прийнято в даній магістерській роботі приведено нижче на відповідних рисунках наведено нижче на рис. 2.11-2.19.



Рисунок 2.12 – Зовнішній вигляд світильника для внутрішніх складських приміщень типу ДПП27У

3
7



Рисунок 2.15 – Зовнішній вигляд світильника типу в кімнатах для

забезпечення комфорту зорової діяльності ДПО26В

Рисунок 2.16 – Зовнішній вигляд світильника типу ДББ26 для чергового освітлення



Рисунок 2.19 – Зовнішній вигляд світильника типу ДПП06У (аварійний)

Перевірка результатів розрахунку проводилася в середовищі програми Dialux (табл. 2.6)

3
0

Розрахункові значення освітленості перевищують нормовані показники освітленості на 20-35%. Більш детально світлотехнічний розрахунок в програмі DiaLux представлено в додатку 1

3.3. Управління освітленням

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

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

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

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

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

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

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

Управління загальним внутрішнім освітленням. Для невеликих приміщень вимикачі встановлюють біля входу, як правило, з боку дверної ручки, для рідко відвідуваних приміщень (комори, венткамери і т. п.) - зовні приміщень, у решті випадків - у приміщеннях. Управління окремих ділянок приміщень з різною природною освітленістю повинне бути роздільним. Вимикачі світильників, розташованих у приміщеннях з несприятливими умовами середовища, рекомендується виносити в суміжні приміщення з кращими умовами середовища. Вимикачі світильників душових і роздягалень при них, гарячих цехів харчоблоків і їдалень повинні встановлюватися за межами цих приміщень.

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

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

Висновки до розділу

Проведено світлотехнічний розрахунок освітлювальної установки для всіх приміщень складу готової продукції та матеріалів молокозаводу. На основі отриманих результатів можна стверджувати, що запропоновані підходи до світлотехнічного розрахунку є економічно доцільними і енергоефективними.

Отримані розрахункові результати перевищують нормовані показники на 20-35%, що важливо враховуючи старіння джерел в процесі експлуатації.

РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНКОВО–ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1. Вибір типу джерела світла та розрахунок мережі живлення електричного освітлення

Світлодіод – це напівпровідниковий прилад, заснований на p - n -переході і призначений для випромінювання світла у видимому діапазоні. Як відомо, p - n -перехід представляє собою з'єднані разом дві частини з напівпровідників з різними типами провідності. Провідністю типу p володіють напівпровідники з надлишком позитивних зарядів (дірок), а n – з надлишком негативних зарядів (електронів).

При підключенні світлодіода до джерела постійної напруги плюсом до контакту p , а мінусом до n через світлодіод потече струм.

При проходженні електронів через зону p - n -переходу, вони рекомбінують (з'єднуються) з дірками, причому для виробництва світлодіодів використовуються матеріали, в яких рекомбінація носить не тепловий, а випромінювальний характер, тобто енергія, що виділяється при рекомбінації, йде не на нагрівання матеріалу напівпровідника, а на випромінювання фотонів в оптичному спектрі.

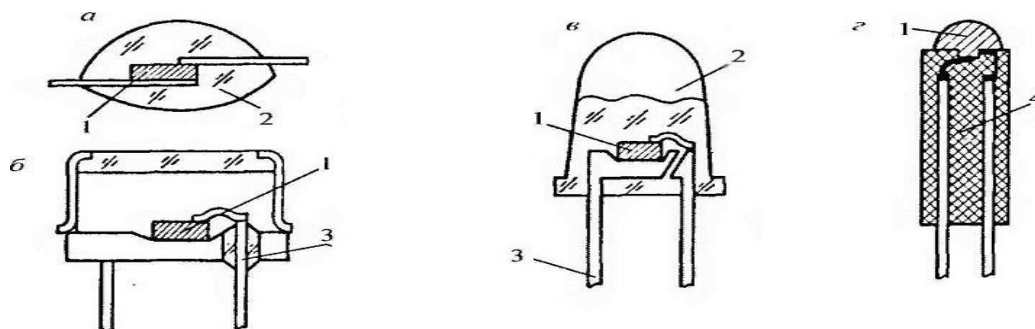


Рис. 2.27. Конструкції деяких типів світлодіодів:
а – безкорпусний; б – в металоскляному корпусі; в – з полімерною лінзою;

г – в полімерному корпусі; 1 – кристал, 2 – полімерний захист (лінза),
3 – ніжка; 4 – полімерний корпус.

Промисловістю випускаються світлодіоди, що складаються з кристала напівпровідника, укладеного в лінзу з полімерного матеріалу (наприклад, епоксидної смоли).

Конструкція світлодіода забезпечує мінімальні втрати випромінювання при виході в зовнішнє середовище і фокусування світла в заданому тілесному куті. Крім того, повинно бути забезпечено ефективне відведення теплоти від кристала

. Найбільш розповсюджена конструкція світлодіода – традиційний 5-міліметровий корпус, розроблений в 70-і роки ХХ ст. (рис. 2.27, а). Звичайно, це не єдиний варіант «упаковки» кристала.

Наприклад, для яскравих світлодіодів, розрахованих на великі струми, потрібно масивний мідний або алюмінієвий тепловідвід (рис. 2.27, б). Лінза фокусує світло кристала і захищає кристал від вологи і корозії.

Приєднання контакту до анода здійснюється за допомогою пайки або електропровідного клею. Контакт до катода виконується за допомогою тонкого золотого дроту.

Для звичайного освітлення інтерес представляють світлодіоди, які випромінюють біле світло. В даний час існують декілька способів виготовлення таких світлодіодів.

Перший спосіб передбачає змішування випромінювання трьох або більше кольорів. Але для практичного застосування цей спосіб є незручним, так як потрібно мати декілька джерел різної напруги, багато контактних вводів і пристрої, що змішують і фокусують світло від декількох і більше світлодіодів.

Найбільш простими та економічними способами є змішування блакитного випромінювання від світлодіода з випромінюванням жовто-зеленого люмінофора, що збуджується цим блакитним світлом, або збудження синім світлодіодом зеленого і червоного люмінофорів.

Змішуючись, ці кольори дають світло, близьке за спектром до білого.

Кристал покривається шаром гелю з порошком люмінофора так, щоб частина блакитного випромінювання збуджувала люмінофор, а частина проходила без поглинання.

Форма утримувача, товщина шару гелю і форма пластикового купола розраховуються і підбираються так, щоб спектр мав білий колір в потрібному тілесному куті (конусі світла). В даний час існують близько десятка різних люмінофорів для білих світлодіодів. Ще один спосіб заснований на змішуванні випромінювання трьох люмінофорів (червоного, зеленого та блакитного), що розміщені шарами.

Люмінофори збуджуються ультрафіолетовим світлодіодом. При такому способі використовуються люмінофори, розроблені для люмінесцентних ламп, в яких випромінювання світла відбувається за тим же принципом. Потрібно лише два контактних вводи на один випромінювач. Однак такий спосіб пов'язаний із значними втратами енергії при перетворенні світла в люмінофорах.

Ефективність даного способу знижується через те, що кожен з люмінофорів має свій певний спектр збудження люмінесценції, не точно відповідний спектру випромінювання кристала ультрафіолетового світлодіода.

Прийнято наступний розподіл світлодіодів на групи:

- ◆ світлодіоди зі струмом живлення менше 30 мА, силою світла 500-1000 мкд, які використовуються для сигналізації в системах відображення інформації;
- ◆ світлодіоди зі струмом живлення 30-100 мА, силою світла 1-3 кд, які використовуються як для сигналізації в системах відображення інформації, так і для освітлення;
- ◆ світлодіоди зі струмом живлення більше 100 мА, світловий потік яких становить більше 10 лм, призначені для освітлення;
- ◆ світлодіоди зі спеціальними пристроями для оптимізації робочих режимів.

Основними показниками світлодіодів, що визначають їх ефективність, є квантовий вихід, коефіцієнт корисної дії, довговічність і світлова віддача. Під квантовим виходом розуміється кількість випромінених квантів світла на

одну рекомбіновану електронно-діркову пару, виражена у відсотках.

Розрізняють внутрішній і зовнішній квантовий вихід. Внутрішній – це характеристика самого p - n -перехода, його конструкції і матеріалу, зовнішній квантовий вихід визначає характеристику приладу в цілому.

Різниця між внутрішнім і зовнішнім квантовим виходом обумовлена втратами в матеріалі світлодіода. Внутрішній квантовий вихід для кристалів з хорошим тепловідводом досягає майже 100%. Максимальне значення зовнішнього квантового виходу для червоних світлодіодів складає 55%, а для синіх – 35%. Зовнішній квантовий вихід – одна з основних характеристик ефективності світлодіода.

Коефіцієнт корисної дії (ККД) також є показником ефективності використання світлодіодом електричної енергії. ККД може бути приблизно визначений через значення енергії кванта світла в спектральному максимумі.

До основних переваг світлодіодів відносять їх високу надійність і довговічність. Термін служби світлодіодів досягає 100 тис. год. За значенням світлової віддачі світлодіоди випередили лампи розжарювання і наблизилися до люмінесцентних ламп. Так, створені світлодіоди білого кольору зі світловідачею 25-30 лм /Вт, колірною температурою $T_c = 6000$ -8500 К і загальним індексом кольоропередачі $R_a = 80$, а кольорові (червоні) – зі світловою віддачею 50 лм /Вт.

Світлодіод повинен живитися від джерела стабілізованого струму. Для живлення світлодіода від батарейки необхідний струмообмежувальний резистор R (рис. 2.28).

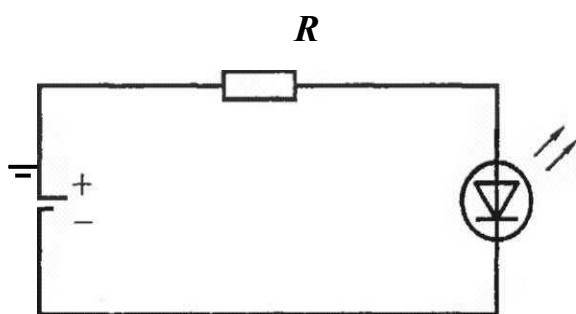


Рис. 2.28. Схема підключення світлодіода до джерела постійного струму

Світлодіод можна живити і від джерела змінного струму. При цьому послідовно з світлодіодом повинен бути включений випрямляючий діод. Схема підключення світлодіодів до джерела змінного струму представлена на рис. 2.29.

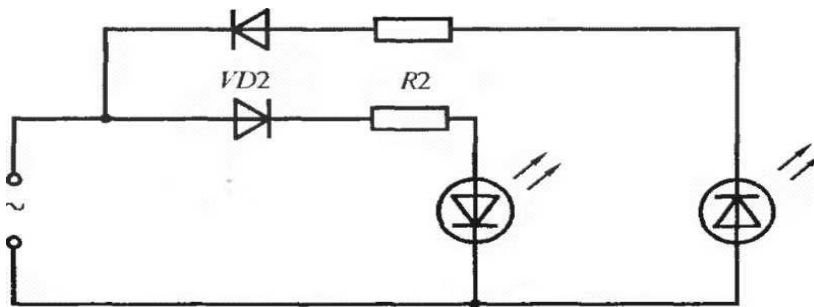


Рис. 2.29. Схема підключення світлодіода до джерела змінного струму

Світлодіоди також допускається вмикати в імпульсному режимі. У цьому випадку імпульсний струм, що протікає через прилад, може бути вищим, ніж значення постійного струму (до 150 мА при тривалості імпульсів 100 мкс і частоті імпульсів 1 кГц). Для управління яскравістю світлодіодів (і кольором, в разі змішування кольорів) використовується широтно-імпульсна модуляція (ШІМ) – метод, дуже поширений в сучасній електроніці.

Це дозволяє створювати спеціальні керуючі пристрої – контролери з функцією плавної зміни яскравості (диммери) і кольору (колорчейнджери), що можна ефективно використовувати в системах декоративного освітлення.

Світлодіодні технології продовжують бурхливо розвиватися, перейшовши кордон, що відокремлює їх від джерел світла, які застосовуються для загального функціонального освітлення. Все більше різновидів світлотехнічних LED виробів таких, наприклад, як лінійні лампи типу Т8 (що використовуються замість люмінесцентних ламп денного світла) анонсуються на ринку світлотехніки.

В даний час ефективність світлодіодів, придатних для цілей функціонального освітлення, досягла 90Лм/Вт, при ефективності люмінесцентних ламп 50-100Лм/Вт (

Різниця в показниках ефективності люмінесцентних джерел світла обумовлена не тільки типом самої лампи, але і застосуванням різних типів пускорегулюючої апаратури (стартерів, баластів), втрати на яких варіюються в досить великих межах.

Крім великого зростання ефективності, світлодіоди відрізняються збільшеним терміном служби, зменшеним енергоспоживанням і відсутністю хімічно небезпечних речовин (ртуті, важких металів, фосфоровмісних субстанцій, тощо). При цьому кожні 6 місяців виробники світлодіодів анонсують нову генерацію цього напівпровідникового джерела світла.

Таблиця 1. Значення ефективності різних джерел світла.

Загальні характеристики	Типові значення ефективності світлового потоку, Лм/Вт (залежить від типу і споживаної потужності лампи)
Лампи розжарювання	10-18
Галогенні	15-20
КЛЛ – компактні люмінесцентні лампи (включаючи баласт)	35-60
Лінійні люмінесцентні лампи (включаючи баласт)	50-100
Метало-галогенні (включаючи баласт)	50-90
Світлодіоди, >4000 К (включаючи драйвер)	60-92*

.Для світлодіодних світильників коефіцієнт вибирається в залежності від характеристик світильників. Згідно світлотехнічного розрахунку було вибрано світи

Вибраний за нагрівом провід або кабель необхідно перевірити на відповідність його перерізу струму спрацювання апарату захисту за умовою

$$I_{\text{доп}} \geq K_z I_z ,$$

де K_z – кратність допустимого тривалого струму провідника по відношенню до номінального струму або струму спрацювання захисного

апарату (для автоматичних вимикачів з тепловим розчіплювачем $K_3 = 1$, а для автоматичних вимикачів, які мають лише електромагнітний розчіплювач $K_3 = 0,22$);

I_3 – сила номінального струму або струму спрацювання захисного апарату (для автоматичних вимикачів з тепловим розчіплювачем $I_3 = I_{\text{ном. розч.}}$, а для автоматичних вимикачів, які мають лише електромагнітний розчіплювач $I_3 = I_{\text{у.е}}$).

При цьому вважається, що умови прокладання проводу (кабелю) нормальні.

Захищені проводи і кабелі дозволяється прокладати безпосередньо по поверхні стін і стелі за допомогою монтажних металевих стрічок шириною 16 мм, товщиною 0,8 мм, які закріплюються до стіни (стелі) дюбелями на відстані 500 мм між точками кріплення.

Плоскі провода прокладають в пазах, які закривають цементним розчином або шаром вологої штукатурки.

Плоскі провода, які мають роздільну ізолюючу основу, закріплюють цвяхами, клеєм або спеціальними скобами. В місцях приєднання повинен бути запас проводу довжиною не менше 50 мм. При виконанні тросової електропроводки проводи і неброньовані кабелі кріпляться до несучого сталевому тросу сталевією стрічкою з ізоляційною прокладкою. Кінцеве кріплення тросів виконується спеціальними натяжними муфтами.

Стріла провисання в прольотах між точками кріплення повинна бути в межах 0,017-0,025 довжини прольоту. Діаметр сталевому тросу 2...8 мм для проводу довжиною до 90 м

Таким чином, на підставі максимального розрахункового струму навантаження на даній ділянці мережі по табличних даних ПУЕ знаходиться мінімально можливе перетин жили проводу.

Багато джерел світла мають велику яскравість, від засліплюючої дії якої необхідний захист. Крім того, джерела світла, як правило, розподіляють свій світловий потік у всі напрямки, в той час як вимагається, щоб він був спрямованим на поверхні, що освітлюються.

Часто доводиться захищати джерело світла від механічних

пошкоджень і руйнівної дії навколишнього середовища. Ці причини примушують використовувати *світлові прилади*, які являють собою сукупність джерел світла і засобів, призначених для його кріплення, вмикання в мережу, перерозподілу світлового потоку, обмеження засліплюючої дії, захисту від механічних пошкоджень і дії навколишнього середовища.

Світловий прилад, призначений для освітлення об'єктів, що знаходяться від нього на відстані менше 20- кратних розмірів світлового приладу, називається *світильником*, а для більш дальньої дії – *прожектором*.

Загальні вимоги до світильників регламентують ДСТУ ІЕС 60598-1-2002 Світильники. Ч 1. Загальні вимоги й випробовування (ІЕС 60598-1:1992, IDT).

Світильники класифікуються за такими ознаками: за характером світлорозподілу, за призначенням, за виконанням і способом установки.

За призначенням світильники можуть бути для освітлення закритих приміщень, відкритих просторів, судові, залізничні, автомобільні та інші.

За виконанням світильники класифікуються в залежності від ступеня захисту від дії шкідливих факторів навколишнього середовища. Наприклад, за захистом від пилу розподіляються на три класи: пиленезахищені – IP2 (2'), пилезахищені – IP5 (5') і пиленепроникні IP6 (6'); від вологи – на вісім класів: незахищені – 0, краплезахищені – 2, дощозахищені – 3, бризкозахищені – 4, струменезахищені – 5, водонепроникні – 7, герметичні – 8.

В залежності від ступеня вибухозахисту світильники поділяють на: підвищеної безпеки проти вибуху, вибухобезпечні, особливо-вибухобезпечні.

За способом установки світильники діляться на підвісні, стельові, вбудовані, настінні та інші.

Основними світлотехнічними характеристиками світильників є: світлорозподіл (криві сили світла), коефіцієнт підсилення, к.к.д. та захисний кут.

Криві сили світла являють собою побудовані в полярній системі координат графіки залежності сили світла від напрямку світлового потоку джерела світла, який характеризується кутом між напрямком світлового потоку і віссю симетрії світильника.

ГОСТ 13828 – 74 визначає такі типи кривих сили світла: К – концентрована; Г – глибока; Д – косинусна; Л – напівширока; Ш – широка; М – рівномірна; С – синусна (рис.3.2).

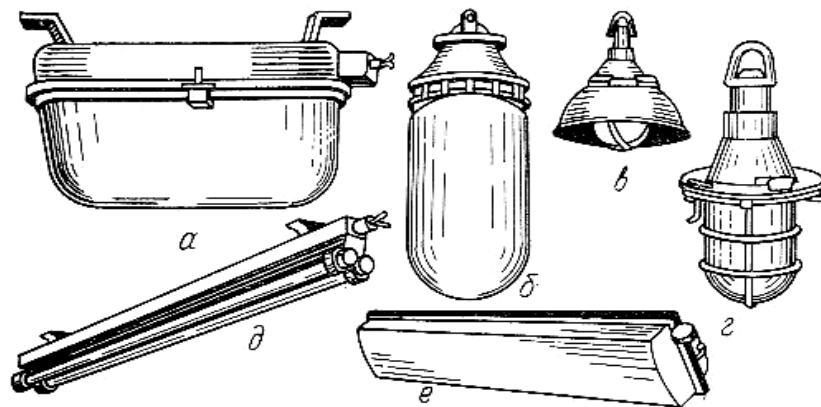


Рис. 3.1. Світильники для сільськогосподарських приміщень:

а – ПСХ-60; б – НСП03-1х60; в – ППД-100; г – ППР-100;
д – ЛСП09-2х40; е – ЛСП18-2х40.

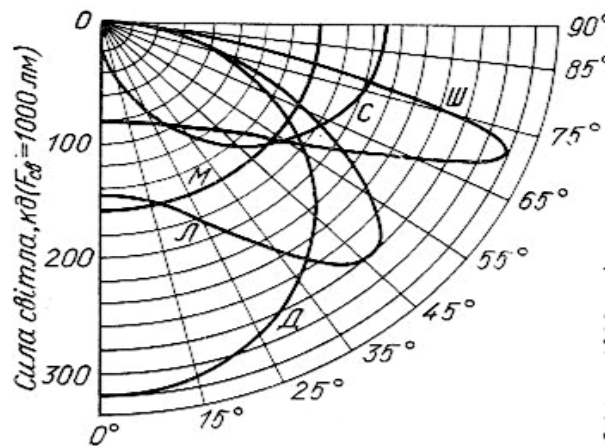


Рис. 3.2. Типові криві сили світла для світильників з умовною лампою на 1000 лм

Криві сили світла конкретних світильників, що випускаються виробниками, можуть дещо відрізнятися від типових кривих, наведених на рис. 3.2.

В довідниках криві світлорозподілу даються для умовної лампи із світловим потоком 1000 лм. При лампах з іншим світловим потоком сила світла може бути визначена шляхом перерахунку.

При цьому робиться допущення про наявність пропорційної залежності між світловим потоком і силою світла лампи. Сила світла (кд) під кутом α від світильника з конкретною лампою визначається за співвідношенням

$$I_{\alpha} = I_{\alpha 0} \frac{\Phi_{\lambda}}{1000}, \quad (3.1)$$

де $I_{\alpha 0}$ – сила світла з умовною лампою, під кутом α від світильника, кд;

Φ_{λ} – світловий потік лампи, яка фактично використовується в світильнику, лм;

1000 – світловий потік умовної лампи, лм;

Коефіцієнт корисної дії світильника являє собою відношення світлового потоку світильника до світлового потоку джерела світла. Найбільш поширені світильники мають к.к.д. в межах від 0,6 до 0,85.

Захисним кутом називають кут між горизонталлю, що проходить через тіло розжарювання лампи, і лінією, що з'єднує крайню точку тіла розжарювання з протилежним краєм відбивача (світильника).

Залежно від того, яку частку всього потоку лампи становить потік у нижню півсферу, світильники ділять на класи:

- прямого світла (П) – потік нижньої півсфери становить понад 80 %;
- переважно прямого світла (Н) – 60...80 %;
- розсіяного світла (Р) – 40...60 %;
- переважно відбитого світла (В) – 20...40%;
- відбитого світла (О) – менше 20 %.

Позначення світильників (за ДСТУ ІЕС60598-2-1-2002 Світильники. Ч2. Окремі вимоги. Розділ 1. Світильники стаціонарні загального призначення (ІЕС 60598-2-1:1979) розшифровується так:

<u>X</u>	<u>X</u>	<u>X</u>	<u>X</u>	-	<u>X</u>	<u>X</u>	<u>X</u>
1	2	3	4	5	6	7	8

1 – тип джерела світла:

Н – лампа розжарювання загального призначення, С – дзеркальні та дифузійні, И – розжарювання галогенні, Л – прямі трубчасті люмінесцентні, Ф – фігурні люмінесцентні, Е – еритемні, Р – ртутні (ДРЛ), Б – бактерицидні, К – ксенонові трубчасті; Ж – натрієві, Г – розрядні металогалогенні

2 – спосіб установалення (за місцем монтажу):

С – підвісні, П – стельові, Б – настінні, Н – настольні, Т – підлогові, К – консольні;

3 – основне призначення:

П – для промислових підприємств, Р – для копалень і шахт, О – суспільних будівель, Б – побутових приміщень, У – зовнішнього освітлення;

4 – номер серії (01...99):

5 – кількість ламп у світильнику:

6 – потужність ламп, Вт:

7 – номер модифікації:

8 – кліматичне виконання та категорія розміщення.

Прожектори.

Для освітлення великих територій і робочих місць на відкритому просторі, які не вимагають рівномірності освітлення, використовують прожектори. Від світильника прожектор відрізняється значно більшою наведеною концентрацією світлового потоку джерела, що дає можливість створювати необхідну освітленість на значній відстані.

Основними світлотехнічними характеристиками прожектора є: криві сили світла, корисний кут розсіювання, коефіцієнт підсилення і к.к.д.

Корисним кутом розсіювання називають кутову ширину пучка випромінювання прожектора, в межах якої забезпечується задана освітленість на робочих площинах.

Під коефіцієнтом підсилення розуміють відношення максимальної сили світла до середньої сферичної сили світла джерела

3.2. Розробка схеми живлення освітлювальної установки та вибір кабелів

На основі схеми розташування світильників було проведено розробку схеми живлення. На рис. 3.1 та 3.2 показано схему живлення робочим та аварійним освітленням та евакуаційне освітлення.



Рисунок 3.1 – Схеми робочого та аварійного освітлення

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

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

$$\Delta U = U_{x.x} - \Delta U_{np} - U_{yd.l} \quad (3.5)$$

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

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

$\Delta U_{тр}$ - 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 $U_{уд.л}$ рівним 97,5%, найчастіше лежать в межах 4 – 6 %.

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

$$\Delta U_{тр} = \beta (u_{a.m.} \cos \varphi + u_{р.m.} \sin \varphi),$$

(4.6)

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

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

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

Нерівномірне навантаження фаз приводить до зсуву нульової точки мережі, навантажує нульовий провід зрівняльним струмом і викликає неоднакові втрати

напруги в різних фазах. Різні втрати напруги в різних фазах виходитимуть не тільки при нерівномірному навантаженні фаз, але й при нерівності моментів навантаження окремих фаз M_1 , M_2 , M_3 , не зважаючи на їх однакове навантаження.

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

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

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

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

$$\begin{aligned}
 \Delta U_A &= \Delta U_{\phi A} + \Delta U_{0A} - \frac{1}{2} (\Delta U_{0B} + \Delta U_{0C}), \\
 \Delta U_B &= \Delta U_{\phi B} + \Delta U_{0B} - \frac{1}{2} (\Delta U_{0A} + \Delta U_{0C}), \\
 \Delta U_C &= \Delta U_{\phi C} + \Delta U_{0C} - \frac{1}{2} (\Delta U_{0A} + \Delta U_{0B}).
 \end{aligned}
 \tag{3.29}$$

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

$$\begin{aligned}
 \Delta U_{\phi A} &= \frac{\sum m_A}{c s_A} ; & \Delta U_{0A} &= \frac{\sum m_A}{c s_0} \\
 \Delta U_{\phi B} &= \frac{\sum m_B}{c s_B} ; & \Delta U_{0B} &= \frac{\sum m_B}{c s_0} \\
 \Delta U_{\phi C} &= \frac{\sum m_C}{c s_C} ; & \Delta U_{0C} &= \frac{\sum m_C}{c s_0}
 \end{aligned}
 \tag{3.30}$$

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

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

s_0 - переріз нульового проводу, мм²;

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

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

$$\Delta U_A \% = \frac{4 \sum m_A - \sum m_B - \sum m_C}{2 c s_A} \tag{3.31}$$

а при $s_0 = 0,5 s_A = 0,5 s_B = 0,5 s_C$

$$\Delta U_A \% = \frac{3 \sum m_A - \sum m_B - \sum m_C}{c s_A} \tag{3.32}$$

Аналогічно записуються формули для двох інших фаз.

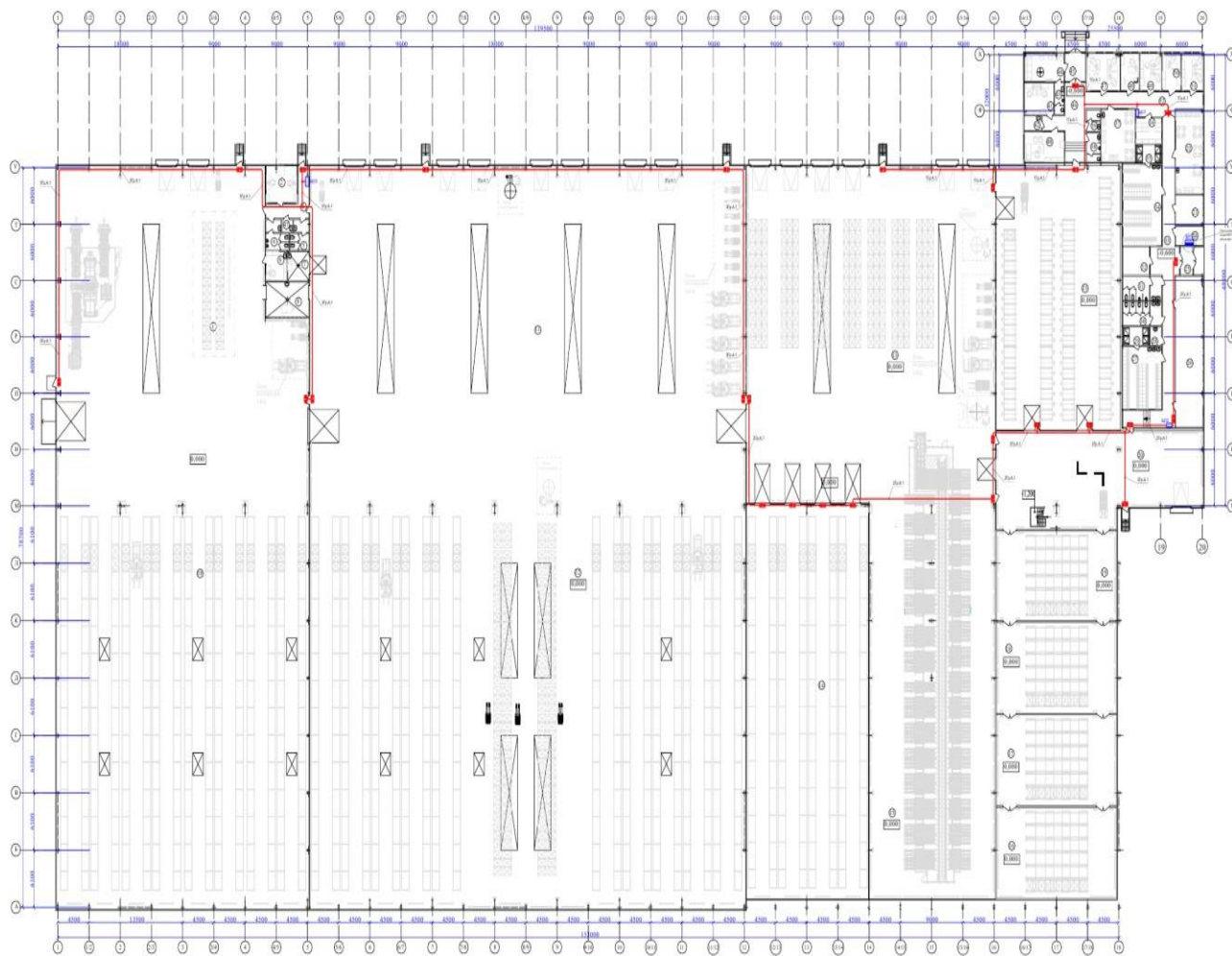


Рисунок 3.2 – Схема евакуаційного освітлення

Як було зазначено в попередньому розділі, лінії групової та розподільчої мережі робочого освітлення прокладаються мідними кабелями типу ВВГ в усіх приміщеннях. Поскілки приміщення високі то проводка розміщується на тросу. Лінії евакуаційного та аварійного освітлення виконуються спеціальним кабелем FLAME-X 950 (N)HXH 180/T90.

Доцільно зазначити, що кожен освітлювальний щиток має вхідний рубильник або автоматичний вимикач для вимикання всієї мережі, а також автоматичні вимикачі, які забезпечують захист від перевантажень або коротких замикань окремих груп.

У щитках вказується номер освітлювальної (опромінювальної) групи або установки та номінальний струм розчіплювача автоматичного вимикача .

Найменша висота підвісу світильників з світлодіодними допускається 2,5...3 м, а світильника з люмінесцентними лампами 2,5 м за умови, що контактні частини захищені від випадкового дотикання.

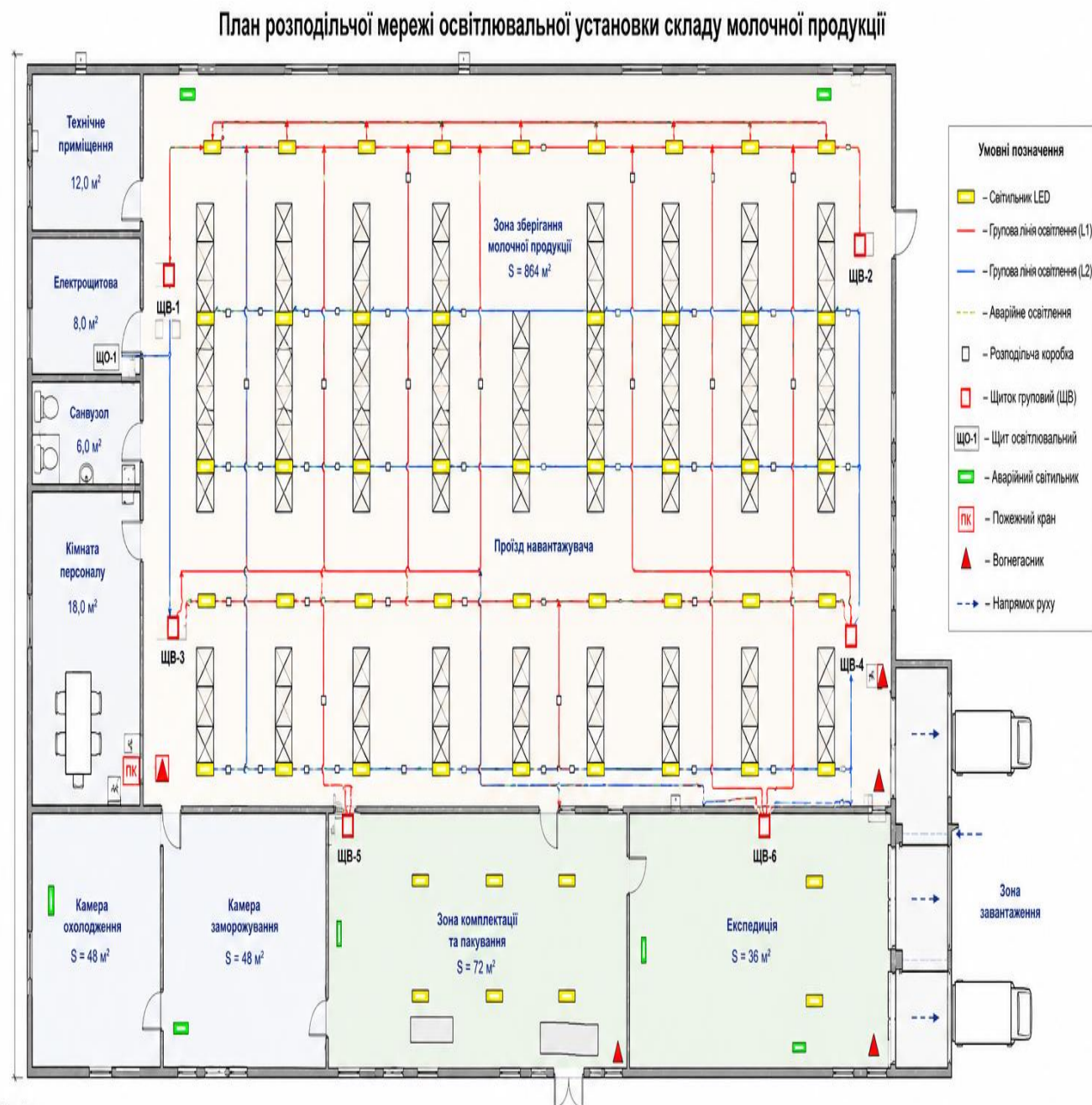
При підключенні патронів світильників до електричної мережі гвинтову різьбу приєднують до нульового провода, а центральний контакт – до фазного провода.

До апаратів управління та арматури світильника проводи або кабелі дозволяється приєднувати за допомогою наконечників або спеціальних затискачів.

Приєднання проводів або кабелів з алюмінієвими жилами дозволяється за наявності у світильників контактної арматури, спеціально призначеної для алюмінієвих проводів. Одножильні провoda перерізом до 10 мм^2 та багатожильні з перерізом $2,5 \text{ мм}^2$ дозволяється приєднувати без наконечників, однак кінці багатожильних проводів необхідно обпаювати.

З'єднання та відгалуження проводів, прокладених в трубах, виконується в з'єднувальних коробках. Основним заходом захисту від ураження електричним струмом в освітлювальних і опромінювальних установках служить занулення. До частин, що підлягають зануленню відносяться: корпуси світильників, понижувальних трансформаторів, каркаси освітлювальних щитків, металеві оболонки і броня кабелів, металеві рукава і труби електропроводки, лотки, короба, троси.

Рисунок 3.3 – Принципова розрахункова схема розподільчої мережі ЩО1



Примітки:

1. Живлення освітлювальної мережі – від щита ЩО-1, 3~400/230 В, 50 Гц.
2. Прокладання кабелів – у кабельних лотках по стелі.
3. Висота встановлення світльників – 7,5 м.
4. Ступінь захисту світльників – не нижче IP65.
5. Аварійне освітлення забезпечує освітленість не менше 5% від робочого.

Однолінійна схема живлення освітлення

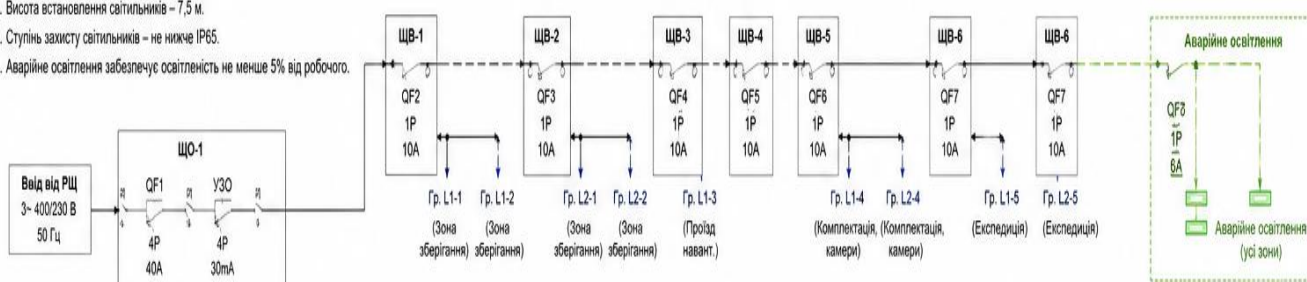


Рисунок 3.4 – Принципова розрахункова схема розподільчої мережі ЩО2

Відповідно до нормативних документів для сільськогосподарських електроустановок рекомендується використовувати певні марки проводів і кабелів і способи їх прокладання (див табл 5.8.).

Вид електропроводки, марку та спосіб прокладання провода або кабеля вибирають залежно від призначення та архітектурних особливостей будівлі, умов оточуючого середовища, характеристики та режиму роботи електроприймачів, вимог техніки безпеки та протипожежних правил тощо.

У сільськогосподарських приміщеннях освітлювальні електропроводи прокладають закритим і відкритим способом на тросах, в пластмасових і сталевих трубах, коробах, у каналах будівельних конструкцій, по стінах або на стелі. У сільськогосподарських електроустановках здебільшого використовують проводи і кабелі:

- з мідними жилами перерізом $1,5 \text{ мм}^2$ та вище;
- з алюмінієвими жилами перерізом $2,5 \text{ мм}^2$ та вище.

Висновки до розділу

Проведено розрахунок мережі живлення електричного освітлення та вибір відповідних апаратів захисту . Проведено вибір кабельних ліній, способу їх прокладання . Описано методику вибору автоматичних вимикачів. Спроектовано і наведено принципові розрахункові схеми мережі робочого, евакуаційного та чергового освітлення освітлення.. Тобто розроблена мережа аварійного освітлення та мережі робочого і чергового освітлення. Наведено схеми компоновки освітлення в кожному приміщенні.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Техніка безпеки в освітлювальних установках — це сукупність організаційних та технічних заходів, спрямованих на запобігання ураженню електричним струмом, пожежам, вибухам та аваріям під час монтажу, експлуатації і ремонту освітлювального обладнання.

Основні небезпечні фактори При роботі з освітлювальними установками можливі: ураження електричним струмом; короткі замикання; перегрів проводів та світильників; займання ізоляції; механічні пошкодження обладнання; падіння з висоти під час обслуговування світильників; опіки від ламп високої температури. Дотримання техніки безпеки в освітлювальних установках забезпечує: безпечні умови праці; надійну роботу освітлення; зменшення аварійності; економію електроенергії; підвищення довговічності обладнання.

4.1. Експлуатація світлового приладу та контроль за станом охорони праці

Правильна експлуатація установок штучного освітлення має значення для створення раціональних умов освітлення, забезпечення потрібних величин освітленості без додаткових затрат енергії. В установках з газорозрядними лампами необхідно слідкувати за справністю схем включення (не повинно бути видимих оку миготінь ламп), а також пускорегулюючих апаратів, про несправність яких можна судити по значному шуму дроселів.

Терміни очищення світильників в залежності від запилення приміщення передбачається діючими нормами і повинне виконуватись не менше 2-х разів на рік.

Своєчасно повинна проводитись заміна перегорівши ламп, яка здійснюється двома способами: індивідуальним — замінюється лампа після виходу її із ладу і груповим — через певний проміжок одночасно замінюються всі лампи (ДНаТ через 7500 год., люмінесцентні лампи 40 Вт — через 8000 год.,

люмінесцентні лампи 65-80 Вт – через 6300 год.)[10].

При оцінці виробничого освітлення не менше 1 разу на рік після попереднього очищення світильників і заміни перегорівши ламп слід перевіряти рівень освітленості в контрольних точках.

Основним приладом для вимірювання освітленості є об'єктивний люксметр Ю-16, заснований на принципі вимірювання фотоструму. Отримана фактична освітленість повинна бути більша або рівна нормованій освітленості, помноженій на коефіцієнт запасу.

При невиконанні цього співвідношення освітлювальна установка непридатна для подальшої експлуатації і потребує реконструкції або капітального ремонту.

Придатність для повторного використання знятих при груповій заміні розрядних ламп може бути визначена за допомогою приставного яскравоміра. Для заміру відносного світлового потоку напівциліндр приладу притискається до центру лампи, попередньо очищеної від пилу. Отримані покази люксметра пропорційні світловому потоку лампи, тому, порівнюючи результати заміру з аналогічними для нової лампи, можна визначити процент зниження світлового потоку і придатність лампи (відношення результатів замірів повинно бути не більше 0,6).

Оперативне обслуговування освітлювальної установки виконується оперативним персоналом.

Для контролю за станом освітлення потрібно вимірювати освітленість не менше 2-х разів на рік.

Заміна ртутних газорозрядних ламп (люмінесцентних ламп і ДРЛ) повинна виконуватись з великою обережністю. Потрібно слідкувати за тим, щоб лампи не розбилися і не випарувалась наявна в них ртуть. Пари ртуті – сильний і небезпечний яд. Лампи, які зіпсувались, повинні зберігатись в пакувальних коробках в спеціально відведеному для цього місці. До вивезення ламп на звалища промислових відходів, яка міститься у лампах ртуть повинна бути забрана чи нейтралізована.

1. Протипожежні вимоги до освітлення

Склад молочної продукції належить до об'єктів харчової промисловості, де необхідно забезпечити високий рівень пожежної безпеки через наявність:

- електрообладнання;
- холодильних установок;
- пакувальних матеріалів;
- пластикової тари;
- картонної упаковки;
- кабельних мереж;
- горючих теплоізоляційних матеріалів.

Основна мета заходів пожежної безпеки — попередження виникнення пожежі, обмеження її поширення та забезпечення безпечної евакуації людей.

Закон України „Про пожежну безпеку” стаття 9 включають стандарти, технічні умови, інші нормативно-технічні документи на пожежонебезпечні технологічні процеси та вимоги пожежної безпеки, які погоджуються з органами державного пожежного нагляду. Продукція, в стандартах на яку є вимоги пожежної безпеки, повинна мати сертифікат, що засвідчує безпеку її використання, виданий у встановленому порядку.

Згідно правил пожежної безпеки в Україні всі електроустановки (можливість їх застосування, монтаж, наладка та експлуатація) повинні відповідати вимогам чинних Правил улаштування електроустановок (ПУЕ), Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів (ПТЕ), Правил техніки безпеки під час експлуатації електроустановок споживачів (ПТБ) та інших нормативних документів.

Відстань від повітряних ліній електропередач до будівель і споруд, які містять вибухопожежонебезпечні та пожежонебезпечні приміщення, до вибухо- і пожежонебезпечних зон зовнішніх установок, а також горючих дахів та близьких частин будівель і споруд, що виступають, місць зберігання горючих матеріалів повинна відповідати величинам, визначеним ПУЕ.

Освітлювальні установки, світильники, електропроводи та кабелі за

виконанням та ступенем захисту повинні відповідати класу зони, мати апаратуру захисту від струмів короткого замикання та інших аварійних режимів.

Переносні світильники обладнуються захисними скляними ковпаками й сітками. Для цих світильників слід застосовувати гнучкі кабелі та проводи з мідними жилами, спеціально призначеними для цієї мети, з урахуванням їх захисту від можливих пошкоджень.

Інші види світильників повинні розміщуватися від горючих матеріалів та предметів на відстані не менше 0,5 м, а від горючих будівельних конструкцій – не менше 0,2 м.

У разі неможливості дотримання вказаної відстані до будівельних конструкцій вони повинні бути захищені негорючими теплоізоляційними матеріалами.

У разі встановлення світильників на підвісні стелі чи облицювання з горючих матеріалів місця прилягання цих світильників необхідно захищати негорючим теплоізоляційним матеріалом (крім випадків, коли технічними умовами на світильники передбачається можливість їх монтажу на таких поверхнях чи конструкціях).

Освітлювальні установки вмикаються в електромережу тільки за допомогою справних штепсельних з'єднань та електророзеток заводського виготовлення. Влаштування, живлення, прокладання мереж аварійного та евакуаційного освітлення виконується відповідно до вимог будівельних норм.

Не дозволяється:

- підвішування світильників безпосередньо на струмопровідні проводи, обгортання електроламп і світильників папером, тканиною та іншими горючими матеріалами, експлуатація їх зі знятими ковпаками (розсіювачами);
- застосування в пожежебезпечних зонах складських приміщень люмінесцентних світильників з відбивачами і розсіювачами, виготовленими з горючих матеріалів;
- використання в пожежебезпечних зонах світильників з лампами розжарювання без захисного суцільного скла (ковпаків), а також з відбивачами і розсіювачами, виготовленими з горючих матеріалів.

Все електрообладнання, в тому числі світильники, підлягає зануленню або заземленню.

Власник будь-якого підприємства зобов'язаний забезпечити обслуговування та технічну експлуатацію електроустановок, у тому числі світильників. Особа, призначена відповідальною за їх протипожежний стан зобов'язана :

- організовувати і проводити профілактичні огляди та планово-попереджувальні ремонти освітлювальних електроустановок, а також своєчасне усунення порушень, які можуть призвести до пожежі;
- забезпечувати правильність застосування освітлювальних установок залежно від класу пожеже- та вибухонебезпечності зон і умов навколишнього середовища;
- організовувати навчання та інструктажі чергового персоналу з питань пожежної безпеки під час експлуатації електроустановок.

Міжнародні стандарти

Проектувальники, підрядники та монтажники регулярно зустрічаються з великою різноманітністю стандартів та рекомендацій у галузі нормування освітлення і контролю режиму роботи ламп.

Ці стандарти та інструкції часто відрізняються в різних країнах.

Найбільш загальними є міжнародні всесвітні електричні стандарти для освітлення, які були розроблені Міжнародної Електротехнічної Комісією ІЕС

Є, наприклад, стандарт Міжнародної Електротехнічної Комісії для трубчастих люмінесцентних ламп для освітлення: ІЕС81.

Цей стандарт визначає:

- Електричні характеристики лампи,
- Характеристики баласту,
- Тести на запалювання ламп,
- Різновиди ламп,
- Вимоги щодо баласту, стартера і конструкції світильника.

Не всі типи в межах сімейства ламп стандартизовані, для деяких нових типів ламп немає поки що ніяких стандартів.

Крім цих всесвітніх стандартів є еквівалентні європейські стандарти типу CENELEC для країн ЄС.

Домашня сторінка CENELEC може бути знайдена на <http://www.cenelec.org>.

Для люмінесцентних ламп і апаратів керування ними практикують стандарти Міжнародної Електротехнічної Комісії та EN стандарти, які регламентують:

- Буквені позначення ламп та тримачі: IEC 61 (EN 60061)
- Баласты для трубчастих люмінесцентних ламп (50/60Hz) IEC 920/921 (EN 60920/60921)
- Стартери для трубчастих люмінесцентних ламп: IEC 155 (EN 60155)
- Конденсатори для розрядного ланцюга лампи: IEC 1048/1049 (EN 61048/61049)
- Стартові пристрої (інші ніж стартери розігріву): IEC 926/927 (EN 60926/60927)
- Електронні баласты на змінному струмі для трубчастих люмінесцентних ламп: IEC 928/929 (EN 60928/60929)
- Трубочасті люмінесцентні лампи: IEC 81 (EN 60081)
- Спеціальні люмінесцентні (PL) лампи: IEC 1199/901 (EN 61199/60901)
- Електронні баласты на постійному струмі для трубчастих люмінесцентних ламп, включаючи QL: IEC 924/925 (EN 60924/60925)
- Лампи з вмонтованими баластами (SL): IEC 968/969 (EN 60968/60969)
- Батареї живлення IEC 86

Оскільки механізм управління часто вбудовується в світильник, найважливіший стандарт в цьому відношенні: IEC 598 (EN 60598)

Є також нові стандарти ,що регламентують питання безпечної експлуатації та екологічні аспекти.

Нові стандарти: IEC 61347-1 Загальні вимоги до безпеки

IEC 61347-2-1 Специфічні вимоги до стартерних пристроїв (інших ніж стартери розігріву)

IEC 61347-2-2 Специфічні вимоги до роду струму для ниток електродів лампи

IEC 61347-2-3 Специфічні вимоги до змінного струму, що живить електронні баласты для люмінесцентних ламп

IEC 61347-2-4 Специфічні вимоги до постійного струму, що живить

електронні баласты для люмінесцентних ламп загального освітлення

IEC 61347-2-5 Специфічні вимоги до постійного струму, що живить електронні баласты для люмінесцентних ламп освітлення громадського транспорту

IEC 61347-2-6 Специфічні вимоги до постійного струму, що живить електронні баласты для освітлення літака

IEC61347-2-7 Специфічні вимоги до постійному струму, що живить електронні баласты для пожежного освітлення

IEC61347-2-8 Специфічні вимоги до баласту для люмінесцентних ламп

IEC61347-2-9 Специфічні вимоги до баласту для розрядних ламп (виключаючи люмінесцентні лампи)

IEC61347-2-10 Специфічні вимоги до електронних інверторів і конверторів для високочастотного живлення трубчатих розрядних ламп холодного запалювання (неонових трубок)

Цей набір IEC Стандартів замінить стандарти: IEC (60) 920, (60) 922, (60) 924, (60) 926, (60) 928 і (6) 1046.

Світлові прилади повинні відповідати також директивам електромагнітної сумісності (EMC) і низької напруги (LV).

Компоненти електричних схем (наприклад, баласты) повинні відповідати вимогам EMC стандартів:

Стандарт EN 61000-3-2 визначає величину електромагнітного випромінювання частоти в межах від 0 Гц до 9 кГц

Стандарт EN 61000-3-3 визначає межі щодо коливань напруги В:

Для частот більш ніж 9 кГц до 30 МГц регламентуючим є стандарт EN 55015:

Стандарт EN 55022 регламентує обладнання інформаційних технології щодо випромінювання в діапазоні частот 30 - 1000 МГц.

Українські стандарти, що узгодженні з міжнародними

ДСТУ IEC/TS 61231 :2005 Міжнародна система кодування ламп (IEC/TS 61231:1999, IDT)

ДСТУ IEC 62035 :2005 Лампи розрядні (крім ламп

люмінесцентних).

Вимоги безпеки (IEC 62035:2003, IDT)

ДСТУ IEC 61547-2001 Електромагнітна сумісність. Обладнання для загального освітлення. Вимоги до несприйнятливості (IEC 61547:1995, IDT)

ДСТУ IEC 61347-2-9:2007 Пристрої керування лампами. Частина 2-9. Додаткові вимоги до пускорегулювальних пристроїв для розрядних ламп (крім люмінесцентних ламп)

ДСТУ IEC 61347-2-8 :2005 Пристрої керування лампами. Частина 2-8. Додаткові вимоги до пускорегулювальних пристроїв для люмінесцентних ламп (IEC 61347-2-8:2000, IDT)

ДСТУ IEC 61347-2-7 :2007 Пристрої керування лампами. Частина 2-7. Додаткові вимоги до електронних пускорегулювальних пристроїв з живленням від джерел постійного струму для аварійного освітлення (IEC 61347-2-7:2000, IDT)

ДСТУ IEC 61347-2-4 :2007 Пристрої керування лампами. Частина 2-4. Додаткові вимоги до електронних пускорегулювальних пристроїв з живленням від джерел постійного струму для загального освітлення IEC 61347-2-4:2000, IDT)

ДСТУ IEC 61347-2-3 :2007 Пристрої керування лампами. Частина 2-3. Додаткові вимоги до електронних пускорегулювальних пристроїв з живленням від джерел змінного струму для люмінесцентних ламп (IEC 61347-2-3:2000, IDT)

ДСТУ IEC 61347-2-10:2007 Пристрої керування лампами. Частина 2-10. Додаткові вимоги до електронних перетворювачів струму та перетворювачів для роботи з високочастотними трубчастими розрядними лампами холодного запалювання (неонових трубок)

ДСТУ IEC 61347-1 :2006 Пристрої керування лампами. Частина 1. Загальні вимоги та вимоги безпеки (IEC 61347-1:2003, IDT)

ДСТУ IEC 61199 :2005 Лампи люмінесцентні одноцокольні. Вимоги безпеки (IEC 61199:1999, IDT)

ДСТУ IEC 61195 :2003 Лампи люмінесцентні двоцокольні. Вимоги безпеки (IEC 61195:1999, IDT)

ДСТУ IEC 61167 :2005 Лампи металогалогенові (IEC 61167:1992, IDT)

ДСТУ IEC 60968-2001 Лампи з вмонтованим пускорегулювальним пристроєм для загального освітлення. Вимоги безпеки (IEC 60968:1999, IDT)

ДСТУ ІЕС 60598-2-8 :2007 Світильники. Частина 2-8. Додаткові вимоги.
Світильники

ДСТУ ІЕС 60598-2-6 :2007 Світильники. Частина 2-6. Додаткові вимоги.
Світильники з вмонтованими трансформаторами або перетворювачами для ламп розжарювання

ДСТУ ІЕС 60598-2-5-2002 Світильники. Частина 2. Окремі вимоги. Розділ 5. Прожектори заливального світла (ІЕС 60598-2-5:1998, IDT)

ДСТУ ІЕС 60598-2-2 :2007 Світильники. Частина 2-2. Додаткові вимоги.
Світильники вмонтовані

При ураженні людини електричним струмом смерть часто буває лише уявною (немає дихання, припинилось серцебиття). Ніколи не треба відмовлятись від надання допомоги потерпілому при наявності таких ознак ураження, тільки лікар може вирішити питання про недоцільність подальших зусиль.

Першою дією при наданні допомоги повинна бути відокремлення потерпілого від дії електричного струму. Це і вимкнення установки, відрив потерпілого від струмоведучих частин за одяг ізоляційними предметами (суха дошка, палиця), підкладання під потерпілого сухих ізоляційних предметів, якщо він лежить на землі чи на металевому обладнанні. При цьому слід бути обережним, щоб самому не потрапити під напругу через вологі предмети або дотик до тіла потерпілого.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. В магістерській роботі проведено аналіз методів проектування освітлювальних установок який дозволив встановити доцільність використання світлотехнічних програм, що використовуються при розрахунку глобального освітлення. Встановлено, що відхилення світлотехнічних показників від реальних не перевищують 20-30%.

2. Запропоновано алгоритм вибору оптимальної форми кривої сили світла від вибраного для освітлювальної установки, що дозволяє підвищити якісні та кількісні показники освітленості на 15%.

3. Проведено світлотехнічний розрахунок освітлювальної установки складу готової продукції та матеріалів молокозаводу. Розрахункові результати перевищують нормовані показники на 20-35%. Що забезпечує ефективність освітлювальної установки в процесі експлуатації.

4. Проведено розрахунок мережі живлення електричного освітлення по струму навантаження. Проведено вибір освітлювальних проводів, прокладки ліній . Проведено вибір автоматичних вимикачів та освітлювальних щитків . Розроблено принципові розрахункові схеми розподільчої мережі освітлення. Що забезпечило ефективність прийнятих рішень

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

4. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. – Київ : Мінрегіон України, 2018. – 133 с.
5. ДБН В.2.5-23:2010. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. – 85 с.
6. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ). – Харків : Форт, 2017. – 760 с.
7. ДСТУ EN 12464-1:2016. Світло та освітлення. Освітлення робочих місць. Частина 1. Робочі місця у приміщеннях. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 98 с.
8. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. – Київ : Мінрегіон України, 2016. – 109 с.
9. НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні. – Київ : МВС України, 2014. – 47 с.
10. Суханов І. О. Світлодіодні системи освітлення промислових об'єктів. – Київ : Ліра-К, 2018. – 276 с.
11. Шевченко С. В. Енергозберігаючі системи освітлення. – Харків : Факт, 2014. – 318 с.
12. CIE 97:2005. Maintenance of indoor electric lighting systems. – Vienna : International Commission on Illumination, 2005. – 45 p.
13. EN 12464-1:2021. Light and lighting – Lighting of work places – Part 1: Indoor work places. – Brussels : CEN, 2021. – 89 p.
14. Червінський Л.С. Електротехнології та електроосвітлення: навч. посібник /
15. Л.С. Червінський, А.І. Чміль, Л.О. Сторожук та ін. – К.: ЦП «Компрінт», 2017. – 684 с.
16. С уворов О. М. Сучасні програмні засоби світлотехнічного проектування. – Дніпро : Акцент ПП, 2020. – 312 с.
17. Сахно В. Г. Інформаційні технології в електротехнічному проектуванні. – Київ : НУБіП України, 2021. – 286 с.
18. DIAL GmbH. DIALux evo User Manual. – Lüdenscheid : DIAL GmbH, 2023. – 250 p.

19. RELUX Informatik AG. RELUX Desktop Documentation. – Zürich : RELUX Informatik AG, 2022. – 198 p.
20. AGi32 Lighting Software Manual. – Littleton : Lighting Analysts Inc., 2021. – 215 p.
21. Autodesk Inc. AutoCAD Electrical User Guide. – San Rafael : Autodesk, 2022. – 420 p.
22. SolidWorks Corporation. SolidWorks Electrical Routing. – Waltham : Dassault Systèmes, 2021. – 310 p.
23. EN 12464-1:2021. Light and lighting – Lighting of work places – Part 1: Indoor work places. – Brussels : CEN, 2021. – 89 p.
24. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. – Київ : Мінрегіон України, 2018. – 133 с.
25. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ). – Харків : Форт, 2017. – 760 с.
26. CIE 117:1995. Discomfort Glare in Interior Lighting. – Vienna : International Commission on Illumination, 1995. – 48 p.
27. CIE 171:2006. Test Cases to Assess the Accuracy of Lighting Computer Programs. – Vienna : International Commission on Illumination, 2006. – 62 p.
28. CIE 140:2019. Road Lighting Calculations. – Vienna : International Commission on Illumination, 2019. – 76 p.
29. ДСТУ EN 13032-1:2018. Світло та освітлення. Вимірювання та подання фотометричних даних ламп і світильників. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018. – 94 с.
30. Шевченко С. В. Енергозберігаючі технології та програмне моделювання освітлення. – Харків : Факт, 2019. – 274 с.
31. Revit MEP for Electrical Engineers. – New York : Autodesk Press, 2020. – 410 p.

