

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: **Проект освітлення виробничого цеху приватного підприємства.**

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи ЕТс-41
спеціальності 141

електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

	<u>Мацех В.А.</u> <small>(підпис)</small>	<u>Мацех В.А.</u> <small>(прізвище та ініціали)</small>
Керівник	<u>Чубатий Ю.О.</u> <small>(підпис)</small>	<u>Чубатий Ю.О.</u> <small>(прізвище та ініціали)</small>
Нормоконтроль	<u>Вакуленко О. О.</u> <small>(підпис)</small>	<u>Вакуленко О. О.</u> <small>(прізвище та ініціали)</small>
Завідувач кафедри	<u>Тарасенко М. Г.</u> <small>(підпис)</small>	<u>Тарасенко М. Г.</u> <small>(прізвище та ініціали)</small>
Рецензент	<u>Габрусєва І.Ю.</u> <small>(підпис)</small>	<u>Габрусєва І.Ю.</u> <small>(прізвище та ініціали)</small>

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра Електричної інженерії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Тарасенко М. Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

« 08 » лютого 2021 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

студенту Мацех Віталію Андрійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект освітлення виробничого цеху приватного підприємства.

Керівник роботи Чубатий Ю.О., старший викладач.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 26 » січня 2021 року № 4/7-47

2. Термін подання студентом завершеної роботи 18 червня 2021 року

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналітичний розділ

2. Проектно-конструкторський розділ

3. Розрахунковий розділ

4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. _____ 1л. ф – А1

2. _____ 1л. ф – А1

3. _____ 1л. ф – А1

4. _____ 1л. ф – А1

5. _____ 1л. ф – А1

6. _____ 1л. ф – А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності та основи охорони праці	Гурик О.Я. к.т.н., доцент кафедри МТ		
Нормоконтроль	Вакуленко О.О., ст. викладач кафедри ЕІ		

7. Дата видачі завдання 08 лютого 2021 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	15.02.2021	
2	Аналітичний розділ	26.02.2021	
3	Проектно-конструкторський розділ	26.03.2021	
4	Розрахунковий розділ	29.04.2021	
5	Безпека життєдіяльності та основи охорони праці	21.05.2021	
6	Висновки	04.06.2021	
7	Оформлення пояснювальної записки	10.06.2021	
8	Оформлення графічної частини	14.06.2021	

Студент

_____ (підпис)

Мацех В.А.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Чубатий Ю.О.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії. Кафедра електричної інженерії, група ЕТс-41. - Тернопіль: ТНТУ, 2021.

Стор. 60; рис. 12; табл. 6; креслень 6; джерел 26; додатків -.

Кваліфікаційна робота бакалавра виконана на підставі завдання на тему: «Проект освітлення виробничого цеху приватного підприємства».

Метою роботи є підбір відповідних для виробничого приміщення світлових приладів системи освітлення; узгоджених для вибраних світильників енергоекономних джерел світлового випромінювання; оптимальне визначення координат встановлення світлових приладів; розробка та налагодження роботи програм, які дозволяють з необхідною точністю розраховувати значення освітленості нормованих площин виробничих зон цеху в довільно розташованих на цих площинах точках; досягнення нормативних значень освітленості горизонтальних та вертикальних площин у різних частинах приміщення; розглянути питання дотримання правил охорони праці та техніки безпеки; провести попереднє техніко-економічне обґрунтування можливості роботи розробленої освітлювальної установки.

У кваліфікаційній роботі розроблено два альтернативні проекти освітлювальної установки призначеної для виробничого приміщення цеху приватного підприємства розмірами 18 на 40 м для ремонту металевих деталей автомобілів. Один з використанням традиційних дугорозрядних джерел світла та відповідних світлових приладів, в іншому для створення загального освітлення приміщення працюватимуть світлодіодні модулі. Планується експлуатація системи освітлення у складних виробничих умовах навколишнього середовища.

					КРБ 19-060.00.00.000 ПЗ			
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата				
Розроб.	Мацех В.А.				РЕФЕРАТ	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Чубатий Ю.О.							
Консульт.	Чубатий Ю.О.							
Н. контр.	Вакуленко О.О.							
Затверд.	Тарасенко М.Г.							
					ТНТУ, ФПТ, гр. ЕТс-41			

Програми розрахунків світлового потоку джерел світла, визначення рівнів освітленості нормованих горизонтальних та вертикальних робочих площин виробничого приміщення, які було розроблено в кваліфікаційній роботі, написано для середовища пакетних модулів „MathCAD”, „DiaLux”, „Excel”, графічно-ілюстративна частина виконана в пакеті „Компас”. Розрахунок загального освітлення основного простору виробничого цеху проводився методом коефіцієнта використання світлового потоку та питомої потужності. Точковий метод розрахунку рівня освітленості використовували для невеликих за розмірами площин виробничої зони, де виконуватиметься ремонт металевих деталей автомобільної техніки.

У запропонованій системі освітлення планується використовувати декілька видів світлових приладів, виготовлених ВАТ «ВАТРА» м. Тернопіль, Україна, які розраховані для роботи в складних умовах навколишнього середовища. Джерела світла, які будуть використовуватися у цих світлових приладах потужністю 400 Вт, 11 Вт. Світлодіодний модуль заживлено від однофазної мережі напругою 220 В. Повна потужність освітлювальної мережі живлення не перевищує 2,3 кВт. Розрахунковий термін експлуатації становить 5 років для ламп ДРІ та 10 років для енергоекономних люмінесцентних джерел світла та світлодіодний модулів. Рівні освітленості, які створюються на горизонтальних площинах у робочих зонах, відповідають вимогам охорони праці та техніки безпеки та погоджені із санітарними умовами для такого виробничого процесу.

Ключові слова: СИЛА СВІТЛА, СВІТЛОДІОДНИЙ МОДУЛЬ, СИСТЕМА ОСВІТЛЕННЯ, СВІТЛОВИЙ ПРИЛАД, КОМПАКТНА ЛЮМІНЕСЦЕНТНА ЛАМПА, ОСВІТЛЕНІСТЬ, СВІТЛОВИЙ ПОТІК, МОМЕНТ НАВАНТАЖЕННЯ, СТРУМ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ.

					КРБ 19-060.00.00.000 ПЗ	Арк
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

Реферат	3
Вступ	6

1 Аналітичний розділ

- 1.1 Загальні положення проектування освітлення
- 1.2 Розрахунок і нормування природного та штучного освітлення
- 1.3 Джерела світла для освітлення виробничих приміщень
- 1.4 Світлові прилади для виробничих приміщень
- 1.5 Постановка задачі на дипломне проектування

2 Проектно-конструкторський розділ

- 2.1 Вибір схеми та джерела електропостачання
- 2.2 Вибір типу проводів і способів їх проведення
- 2.3 Розрахунок та вибір площі перерізу проводів мережі живлення системи освітлення

3 Розрахунковий розділ

- 3.1 Основні вимоги загальної методики розрахунку системи освітлення та її електропостачання
- 3.2 Точковий метод розрахунку місцевого освітлення
- 3.3 Вибір джерела світла по спектральному складу випромінювання

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ЗМІСТ	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Мацех В.А.						
Керівник		Чубатий Ю.О.					4	2
Консульт.		Чубатий Ю.О.				ТНТУ, ФПТ, гр. ЕТс-41		
Н. Контр.		Вакуленко О. О.						
Затверд.		Тарасенко М. Г.						

4 Безпека життєдіяльності та основи охорони праці

4.1 Вимоги до виробничого освітлення і його нормування

4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Загальні висновки

62

Перелік посилань

64

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Актуальність роботи.

Нормативно визначене за рівнями освітленості, спектральним складом світлового потоку як штучне так і природне освітлення – це один із найсуттєвіших факторів продуктивної роботи, дотримання безпеки на робочому місці, підвищення санітарно-гігієнічних умов виробництва, якості виконання роботи, кращих умов спостереження за виробничим процесом.

Таке раціональне освітлення визначається наступними чинниками: створюється та забезпечується протягом всього робочого часу необхідне постійне значення освітленості на робочих місцях, відсутня чи зведена до мінімуму засліплююча дія світлових приладів, відсутні місця різких перепадів рівнів освітленості та затінених ділянок робочих поверхонь, спектральний склад випромінювання забезпечує правильне сприйняття кольорів об'єктів спостереження.

Системи штучного освітлення одні з найрозповсюдженіших інженерних пристроїв у виробничих приміщеннях. З ними щоденно доводиться мати справу працюючим, керівникам, відвідувачам, практично всім. Проектування освітлювальних установок, їх експлуатація вимагають доволі значних затрат матеріалів, електричної енергії, роботи людей. Звичайно, такі затрати виправдані забезпеченням можливості нормальної виробничої діяльності та проживання людства за умов відсутності чи недостатнього природного освітлення.

При проектуванні систем освітлення вирішуються наступні основні завдання: створюються рівномірні значення рівнів освітленості робочих поверхонь відповідно до вимог Правил технічної експлуатації та техніки безпеки, планується робота найменшої кількості світлових приладів, забезпечується надійність і тривалий час їх експлуатації.

					КРБ 19–060.00.00.000 ПЗ			
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата				
Розроб.	Мацех В.А.				ВСТУП	Літ	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Чубатий Ю.О.							
Консульт.	Чубатий Ю.О.							
Н. контр.	Вакуленко О.О.							
Затверд.	Тарасенко М.Г.							
						ТНТУ, ФПТ, гр. ЕТс-41		

До нормативної величини освітленості та рівномірності її розподілу висуваються доволі жорсткі обмеження. Спектральний склад і кольоровість випромінювання джерел світла, їх світлова віддача відіграють не менш важливу роль при плануванні роботи освітлювальної установки виробничого приміщення.

На сучасному етапі крім вищезгаданих світлотехнічних задач велике значення приділяють проблемам енергозбереження. За статистичними даними до 12 % усієї електричної енергії на виробництві затрачається саме в системах освітлення. Поряд із цим проведеними дослідженнями доведено, що реально можливо знизити у півтора-два рази витрати електричної енергії практично без зниження чи погіршення рівнів освітлення. Цього можливо добитися внаслідок удосконалення способів та засобів освітлення, реконструювання діючих освітлювальних установок та належної організації експлуатації систем освітлення. Через це одним із актуальних і важливих питань у проектуванні систем освітлення є завдання економного та раціонального використання електроенергії.

Отож, базуючись на аналізі світлотехнічних характеристик джерел світла, світильників, умовах роботи діючих систем освітлення на виробничих площадках, можна констатувати, що задача якісного освітлення виробничого приміщення, яка забезпечувала б усім вимогам здійснення задовільних умов виконання робіт, охорони праці, безпеки виробничої діяльності, подібного вимагає вирішення доволі широкого комплексу технічно складних завдань.

Метою кваліфікаційної роботи є: розробка проекту освітлювальної установки виробничого приміщення цеху приватного підприємства для роботи з металоконструкціями, що задовольняла б конструкційним, світлотехнічним, експлуатаційним та економічним вимогам до таких систем освітлення.

					КРБ 19–060.00.00.000 ПЗ	Арк
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- провести дослідження кривих сили світла світлових приладів різних типів, які можливо застосовувати при проектуванні освітлення виробничих площ цехів підприємств;
- обрати для реального проекту світильники кількох типів із рівномірним дифузним просторовим розподілом світлового потоку по горизонтальних поверхнях робочих площ виробничого приміщення, електротехнічні та світлотехнічні характеристики яких були б відповідними складним кліматичним умовам їх експлуатації;
- підібрати джерела випромінювання, що будуть використовуватися в обраних для проекту світлових приладах, із відповідним значенням світлового потоку та його спектрального складу;
- визначити оптимальне розташування світильників (висоту встановлення, координати місць розташування, відстань між приладами, мінімально необхідну кількість), беручи до уваги відбиваючі властивості поверхонь стелі, підлоги, стін приміщення виробничого цеху;
- розробити програми розрахунку рівнів освітленості в довільних точках нормованих горизонтальних та вертикальних площин у приміщенні цеху у середовищі пакетів прикладних світлотехнічних розрахунків «DiaLux» та «MatCad».

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 4 частин, висновків та переліку посилань.

Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 60 арк. формату А4, графічна частина – 6 плакатів формату А1.

					КРБ 19–060.00.00.000 ПЗ	Арк
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

1 Аналітичний розділ

1.1 Загальні положення проектування освітлення

Із усіх чинників навколишнього середовища, які впливають на працездатність людини, світловому випромінюванню відводиться одна з провідних ролей. Загальновідомо, що 70-90 % усієї інформації про довкілля працездатні люди отримують через органи зору.

Недостатня чи надмірна освітленість, нерівномірність освітлення в полі зору втомлює очі, призводить до зниження продуктивності праці; при цьому зростає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків. Надмірна яскравість джерел світла може спричиняти головний біль, різь в очах, розлад гостроти зору, а світлові відблиски – короткочасне засліплення.

Раціональне штучне освітлення є одним з важливих факторів підвищення безпеки, продуктивності праці, покращення санітарно-гігієнічних умов, якості виконуваних робіт, покращення умов спостереження.

Освітлення виробничих приміщень характеризується кількісними та якісними показниками. До основних кількісних показників відносяться: світловий потік, сила світла, яскравість, освітленість. Основні якісні показники зорових умов роботи це: фон, контраст між об'єктом і фоном, видимість.

Світловий потік – потужність променевої енергії, що оцінюється за світловим відчуттям людського ока. Одиниця вимірювання світлового потоку в інтернаціональній системі (СІ) люмен (лм).

Усі джерела світла, а також освітлювальні прилади випромінюють світловий потік у простір нерівномірно. Просторову густину світлового потоку характеризує сила світла – відношення світлового потоку всередині елементарного тілесного кута до величини цього кута. Одиниця сили світла в СІ – кандела (кд).

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ		
Розроб.	Мацех В.А.						
Перевір.	Чубатий Ю.О.						
Консульт.	Чубатий Ю.О.						
Н. контр.	Вакуленко О.О.						
Зав. каф.	Тарасенко М.Г.						
					Літ.	Арк.	Аркушів
					ТНТУ, ФПТ, гр. ЕТс-41		

Освітленість – відношення світлового потоку, що падає на елемент поверхні, до площі цього елемента. Освітленість в СІ вимірюють в люксах (лк).

Яскравість – відношення сили світла елемента поверхні до проекції площі цієї поверхні, перпендикулярної напрямку, що розглядається. В СІ яскравість вимірюють в кд/м².

Рівень освітленості залежить від точності зорової роботи. Проте при створенні задовільного освітлення робочого місця потрібно враховувати ще й якісні його показники.

До якісних параметрів освітлення відносять рівномірність розподілу світлового потоку, показник засліпленості та дискомфорту, коефіцієнт пульсації, спектральний склад. Для оцінки умов зорової праці використовують наступні характеристики: фон, контраст об'єкта з фоном, видимість об'єкта.

Для створення сприятливих умов зорової роботи, що виключали б швидку втомлюваність очей, виникнення професійних захворювань, нещасних випадків і сприяли підвищенню продуктивності праці та якості продукції, виробниче освітлення має відповідати наступним вимогам:

- створювати на робочій поверхні освітленість, що відповідає характеру зорової роботи і не є нижчою за встановлені норми;
- не повинно бути засліплюючої дії як від самих джерел освітлення, так і від інших предметів, що знаходяться в полі зору;
- забезпечити достатню рівномірність та постійність рівня освітленості у виробничих приміщеннях, щоб уникнути частоті переадаптації органів зору;
- не створювати на робочій поверхні різких та глибоких тіней;
- контраст поверхонь має бути достатній для розпізнання деталей;
- не створювати небезпечних та шкідливих виробничих факторів (шум, теплове випромінювання, небезпека ураження струмом і т.п.);
- повинно бути надійним та простим в експлуатації, економним, естетичним.

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Залежно від джерела світла виробниче освітлення може бути природним, штучним і комбінованим, при якому недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним.

1.2 Розрахунок і нормування природного та штучного освітлення

Природне освітлення – це освітлення приміщень світлом небосхилу (прямим чи відбитим), що потрапляє через світлові отвори в зовнішніх конструкціях.

Для природного освітлення характерна висока дифузність (розсіяність) світла, що позитивно впливає на роботу органів зору.

В залежності від призначення промислові будівлі можуть бути одно чи багатоповерхові, різних розмірів і конструкцій. Залежно від цього та від вимог технологічного процесу застосовують різні види природного освітлення.

Згідно до вимог СНіП II-4-99 «Природне та штучне освітлення. Норми проектування», у приміщеннях з постійним перебуванням людей має бути передбачене природне освітлення.

Штучне освітлення використовується в темний чи перехідний (зранку та ввечері) період доби, і також при недостатньому природному освітленні.

По функціональному призначенні штучне освітлення поділяють на робоче, аварійне, евакуаційне, охоронне, чергове.

Штучне освітлення може бути загальним, місцевим та комбінованим.

Загальним називають освітлення, при якому світильники розміщуються в верхній зоні приміщення (не нижче 2,5 м над підлогою) рівномірно (загальне рівномірне освітлення) або з врахуванням розташування робочих місць (загальне локалізоване освітлення).

Місьцеве освітлення створюється світильниками, що концентрують світловий потік безпосередньо у робочих зонах. Використання тільки місцевого освітлення у виробничих умовах заборонено, тому що воно створює велику різницю між освітленістю робочих поверхонь і навколишнього простору.

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Комбіноване освітлення складається з загального та місцевого освітлення. Воно використовується для забезпечення високої освітленості на робочих поверхнях. Його передбачають для робіт I-VIII розрядів точності за зоровими параметрами та коли необхідно створити концентроване освітлення без утворення різких тіней.

Джерела світла є важливими складовими освітлювальних пристроїв промислових підприємств. Правильний вибір їх типів і потужності визначає експлуатаційну та економічну ефективність освітлювальних приладів.

1.3 Джерела світла для освітлення виробничих приміщень

Вирішальне значення на експлуатаційні характеристики, економічність та надійність освітлювальних установок має правильний вибір джерела світла та світильників.

Розрізняють енергетичні, світлотехнічні, електротехнічні та експлуатаційні показники джерел світла.

До енергетичних показників відносять енергетичний к.к.д. лампи ($\eta_{\text{ен.л.}} = \Phi_{\text{п.п.}} / P_{\text{л}}$) та ефективний к.к.д. потоку випромінення лампи ($\eta_{\text{еф.л.}} = \Phi_{\text{еф.л.}} / \Phi_{\text{п.п.}}$), де $\Phi_{\text{п.п.}}$ – повний потік випромінення лампи; $\Phi_{\text{еф.л.}}$ – ефективний потік випромінення лампи; $P_{\text{л}}$ – потужність лампи.

Світлотехнічні показники: ефективний потік випромінення, світловіддачу, спектральний склад випромінення, пульсації світлового потоку.

Електротехнічні: номінальна потужність, номінальна напруга.

Експлуатаційні: корисний строк служби, середня тривалість роботи до зміни одного із параметрів лампи за допустимі стандартами межі, залежність основних параметрів лампи від відхилень напруги мережі живлення.

Для штучного освітлення використовують лампи розжарювання, газорозрядні джерела світла, останнім часом підприємства переходять на використання світлодіодних джерел.

Лампи розжарення хоча і мають ряд переваг перед іншими джерелами

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

світла, але через такі важливі свої недоліки як низька світловіддача. обмежений строк служби. переважання в спектрі жовто-червоного випромінювання; висока залежність світлового потоку і строку служби від напруги практично витіснені більш сучасними люмінесцентними, газорозрядними та світлодіодними випромінювачами.

Для освітлення виробничих приміщень, приміщень адміністративних, навчальних, наукових та інших організацій широко використовують газорозрядні джерела світла. Вони представляють собою колбу зі звичайного або спеціального скла, що заповнена розрідженим інертним газом чи парами ртуті. Всередину колби впаяються металічні електроди різної конструкції. Тілом свічення у них є міжелектродний простір.

Газорозрядні джерела володіють наступними особливостями: до мережі підключаються через пускорегулюючий апарат і (за винятком ксенонових ламп) баластний опір; викликають у мережі коливання високої частоти, які створюють радіоперешкоди; чутливі до зниження напруги; світловий потік дугових ламп змінного струму коливається з подвійною частотою, що викликає стробоскопічний ефект.

Для освітлення виробничих площ найчастіше застосовують люмінесцентні лампи, в яких електричний розряд протікає в розріджених газах чи в парах металів. Звичайна люмінесцентна лампа – це скляна трубка з впаяними електродами, заповнена аргоном при низькому тиску та кількома міліграмами ртуті. При її роботі в парах ртуті генерується переважно ультрафіолетове випромінювання (до 85%). Для перетворення цього випромінювання у видиме використовують люмінофори, у вигляді кристалічного порошку солей різних кислот, якими покривають внутрішню частину трубки.

В залежності від складу люмінофору люмінесцентні лампи для освітлення випускають п'яти типів: лампи денного світла (ЛД); денного світла з покращеною передачею кольору (ЛДЦ); холоднібілі (ЛХБ); теплібілі (ЛТБ);

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

білі (ЛБ).

Саме лампи ЛД, ЛДЦ, ЛХБ використовують у приміщеннях, де за виробничими умовами необхідно точно розрізняти кольори. Для промислового освітлення найчастіше використовують лампи ЛБ, що мають спектр випромінювання близький до природнього. Строки служби ламп різні (12 000-2 500 год.), світловіддача досягає $75 \div 80$ лм/Вт.

Люмінесцентні лампи працюють стабільно при зміні напруги в межах $\pm 7\%$ від номінальної. Щоправда протягом строку служби може значно зменшитися світловий потік (до 60 % від початкового), що вимагає приймати великі коефіцієнти запасу при проектуванні освітлення.

Люмінесцентні лампи потребують пускорегулюючий пристрій, що веде до втрат енергії (20-25 % для ламп із стартерами, 30-35 % для безстартерних).

Для освітлення високих виробничих приміщень широко використовують ртутні лампи високого тиску типу ДРЛ з виправленою кольоровістю.

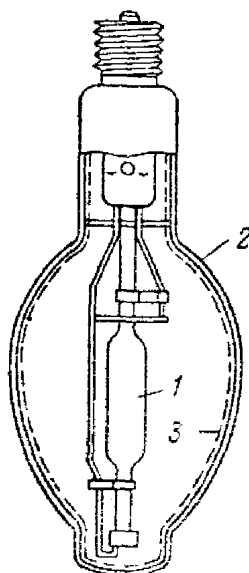


Рисунок 1.1 – Ртутна лампа високого тиску з виправленою кольоровістю ДРЛ.

Двоелектродна лампа (рис. 1.1) – це товстостінна кварцова трубка (1), заповнена парами ртуті (тиск парів 0,5-1 МПа). Самостійно ртутно–

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кварцова лампа дає інтенсивне ультрафіолетове світлення. Для виправлення спектру випромінювання кварцова трубка поміщується в зовнішню колбу (2) із термостійкого скла, що вкрита люмінофором (3). Колба заповнена азотом, що запобігає віддачі тепла горілкого в зовнішнє середовище, підвищує тиск парів в лампі, збільшує світловий потік, економічність лампи. Спектр випромінювання ламп ДРЛ близький до природнього. Світлова віддача лампи 50-70 лм/Вт. Строк служби ламп ДРЛ сягає 10 000 год. для двохелектродних та 3 000 год. для чотирьохелектродних.

Запалюються лампи ДРЛ імпульсом напруги в кілька кВ, тобто потрібний спеціальний пристрій (рис. 1.2).

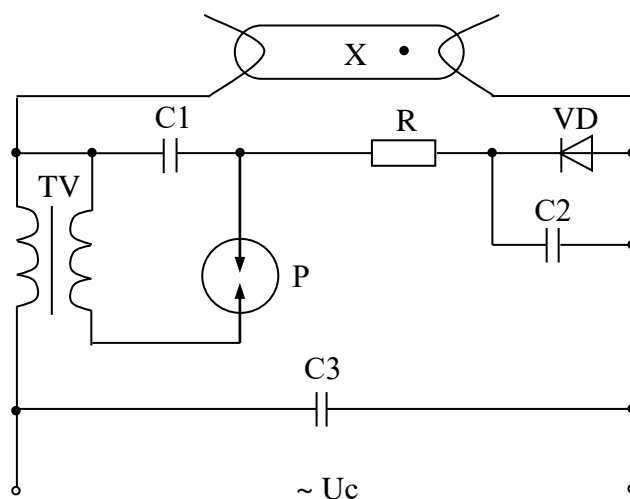


Рисунок 1.2 – Схема запалення двохелектродної лампи ДРЛ.

При підключенні схеми до мережі напруга подається на електроди лампи та коло її запалення. Конденсатор $C1$ через випрямляч VD заряджається, напруга на ньому і, відповідно, на розряднику P зростає. Коли вона сягає значення 180-220 В відбувається пробій розрядника, імпульс струму розряду конденсатора створює імпульс (тривалість 4-10 мкс) високої напруги на обмотці імпульсного трансформатора, який накладаючись на напругу мережі запалює лампу. В процесі горіння лампи напруга мережі ділиться між обмоткою TV та лампою (на лампу припадає 130-140 В, що недостатньо для

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пробою розрядника).

Для більш високих виробничих приміщень (10-12 м) застосовують металогалоїдні ртутні лампи високого тиску ДРІ та натрієві ДНаТ. Лампи ДРІ мають достатньо хорошу кольоропередачу, світловіддачу 75-110 лм/Вт, діапазон потужності 250-2000 Вт, строк служби 5 000-10 000 год. Враховуючи незадовільну кольоропередачу (жовтувато-біле світло) натрієві лампи ДНаТ використовують для зовнішнього освітлення.

1.4 Світлові прилади для виробничих приміщень

Створення у виробничих приміщеннях якісного та ефективного освітлення неможливе без використання раціональних освітлювальних пристроїв. Освітлювальний пристрій (світильник, прожектор) – це сукупність джерела світла й освітлювальної арматури. Освітлювальна арматура перерозподіляє світловий потік лампи у просторі, захищає джерело світла від впливу навколишнього середовища, механічних ушкоджень, пилу, бруду і т.п.

За напрямком світлового потоку вони поділяються на світильники: прямого світла (випромінювання спрямоване нижче світильника, до 80% світлового потоку йде на робочу поверхню); відбитого світла (випромінювання, більше 80%, спрямовано на стелю чи верхню частину стін); напіввідбитого світла (40-60% світлового потоку спрямовується на робочу поверхню, а решта – на стелю).

Основними світлотехнічними характеристиками світильників є їх криві сили світла, габаритні розміри, потужність ламп та напруга мережі, відношення потоків, що випромінюються в верхню чи нижню півсфери, коефіцієнт корисної дії, захисні кути.

Крива сили світла є головною світлотехнічною характеристикою і визначає якість освітлення та енергетичну ефективність системи освітлення.

Криві сили світла світильників за своєю формою поділяють на 7 типів (рис. 1.3): концентрована (К), глибока (Г), косинусна (Д), напівширока (Л),

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

широка (Ш), рівномірна (М), синусна (С).

По рівню захисту від пилу та води світильники класифікуються за міжнародною системою (PROO).

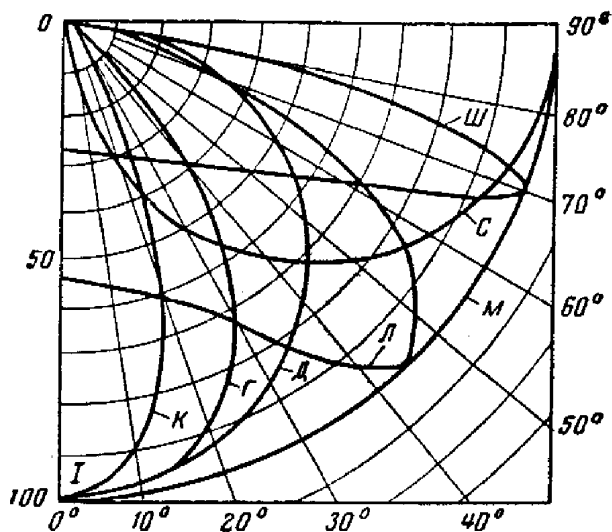


Рисунок 1.3 – Можливі типи кривих сили світла (у відносних одиницях)

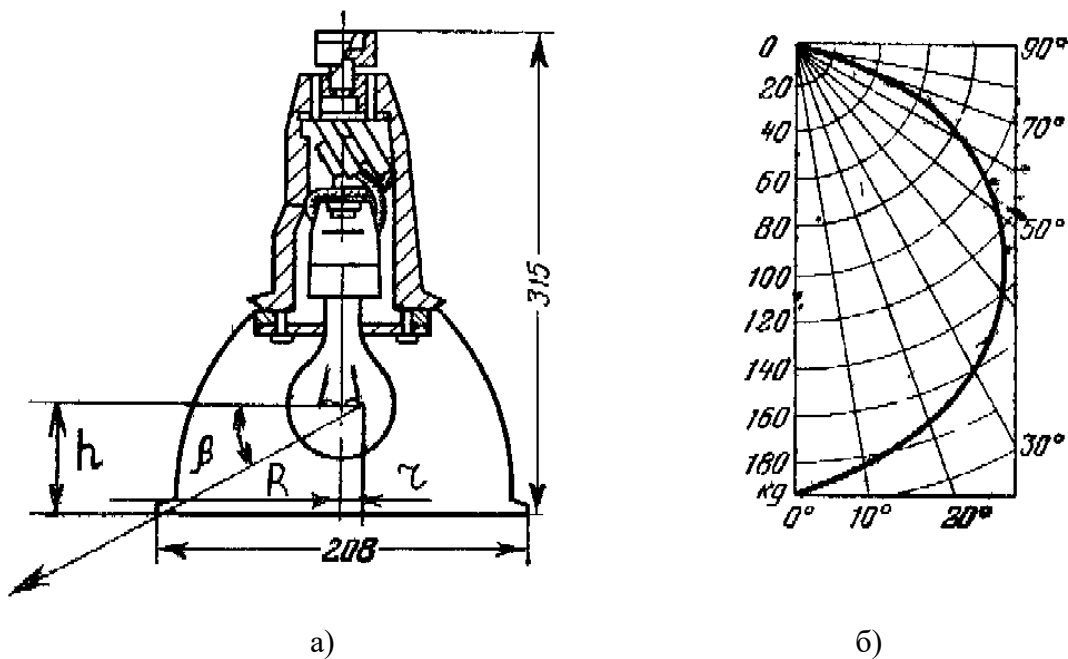


Рисунок 1.4 – Світильник НСП01х100/Д2’3 – 01 (Астра – 1):

а) конструкція; б) характеристика світлорозподілу.

Для сучасних конструкцій світильників коефіцієнт корисної дії

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

(світловий – $\eta_c = \frac{\Phi_{світ.}}{\Phi_{л.}}$, де $\Phi_{світ.}$ – світловий потік світильника, $\Phi_{л.}$ – світловий потік лампи) складає 0,8 – 0,85.

Характеристики світильників часто включаються в структуру їх умовного позначення: 1-а літера визначає тип джерела світла; 2-а – спосіб установки світильника; 3-я – призначення приладу; наводиться серія, кількість і потужність ламп, крива розподілу сили світла, ступінь захисту, модифікація.

Вибір світлового приладу є основою при проектуванні освітлювальної установки, від нього залежить якість, економічність та надійність роботи системи освітлення. Основні показники, які визначають вибір світильника: конструктивне виконання, світлорозподіл світильника, його економічність.

Умови середовища виробництва суттєво впливають на вибір світильника. До світильників, що встановлюються в приміщеннях з нормальними умовами середовища (сухі, опалювані), не висувається спеціальних вимог.

У вологих та сирих приміщеннях підбір світильника можливий довільним, але патрон повинен мати корпус із вологостійкого матеріалу. В особливо сирих приміщеннях світильник повинен мати брызкозахисне виконання, при цьому корпус і патрон мають бути з вологостійких матеріалів.

У приміщеннях з хімічно активним середовищем світильники відповідають аналогічним умовам, але при цьому конструктивні елементи та ізоляція мають обиратись з урахуванням їх стійкості до хімічних речовин.

В приміщеннях з пилом допускається використання світильників пилезахищеного та перекритого типів.

У вибухонебезпечних приміщеннях допускається тільки світильники в вибухонепроникному виконанні. Воно забезпечує від можливого вибуху при зіткненні зовнішнього середовища з корпусом світильника, перешкоджає поширенню вибуху в зовнішнє середовище, якщо вибух відбувся всередині світильника.

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5 Постановка задачі на дипломне проектування

Для виконанням кваліфікаційної роботи бакалавра ставилася задача вирішити наступні завдання:

1. Провести загальних аналіз виробничого приміщення на можливість використання системи загального та місцевого освітлення, що буде створювати нормативно визначені рівні освітленості у заданих площинах цеху приватного підприємства.
2. Зробити вибір джерел світла, які будуть використовуватися для освітлювальної установки виробничого приміщення цеху підприємства, за їх світлотехнічними характеристиками та електротехнічними параметрами.
3. Підібрати відповідні типи світлових приладів промислового призначення для двох варіантів освітлювальної установки (для приміщень з нормальними та важкими виробничими умовами) за їх технічними характеристиками.
4. Відповідно до геометрії приміщення визначити місця розташування світильників, висоту їх встановлення, відстані між ними, напрямки спрямування світлового потоку.
5. Розробити програми розрахунку рівнів освітленості в заданих точках нормованих площин виробничого цеху із достатньою точністю та порівняти отримані результати з проведеними у середовищі спеціалізованого пакету світлотехнічного призначення «DiaLux».

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 Проектно-конструкторський розділ

2.1 Вибір схеми та джерела електропостачання

До складу електричної системи освітлення, окрім безпосередньо джерел світла, світлових приладів, включають трансформатори освітлювальної мережі, комутаційну та захисну апаратуру й саму освітлювальну мережу.

Освітлювальні установки виробничого призначення для підприємств державної та приватної форм власності заживлюються напругою не вище 220 В. Коли є необхідність у вищих напругах, такі випадки повинні додатково узгоджуватися.

Такі величини напруги отримують при допомозі понижувальних трансформаторів. Для живлення систем освітлення виробничих об'єктів можливо використовувати вибухобезпечні трансформатори ТСШ–4/07 та ТСШ–4/07–38, потужність яких до 4 кВА. До первинної обмотки під'єднуються мережа напругою 660 В, при з'єднанні обмоток зіркою, або 380 В, при з'єднанні по схемі трикутника. Щоб отримати на вторинній обмотці значення напруги 220 В, її з'єднують по схемі зірка. У трансформаторі ТСШ–4/07–38 передбачено додаткову вторинну обмотку для величини напруги 38 В.

Підключення трансформаторів ТСШ до мережі 380 В чи 660 В здійснюється при допомозі магнітного пускача ПВІ (рис. 2.1, а). З боку низької напруги 127 В або 220 В мережу освітлювальної системи включають та відключають через ручний пускач ПРВ-3 або ПРШ-1. Щоб контролювати стан ізоляції та захисного відключення у мережі 127 В чи 220 В використовується реле витоку до заземлення.

Мережа електроживлення для стаціонарних систем освітлення виробничих приміщень зазвичай здійснюється при допомозі трижильного броньованого кабеля з паперовою ізоляцією (СБ, СБГ) з перерізом від 3 на 4 до

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Мацех В.А.				Проектно-конструкторський розділ	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Чубатий Ю.О.							
Консульт.	Чубатий Ю.О.							
Н. контр.	Вакуленко О.О.					ТНТУ, ФПТ, гр. ЕТс-41		
Затверд.	Гарасенко М. Г.							

3 на 16 мм² (свинцева оболонка використовується як заземлююча жила).

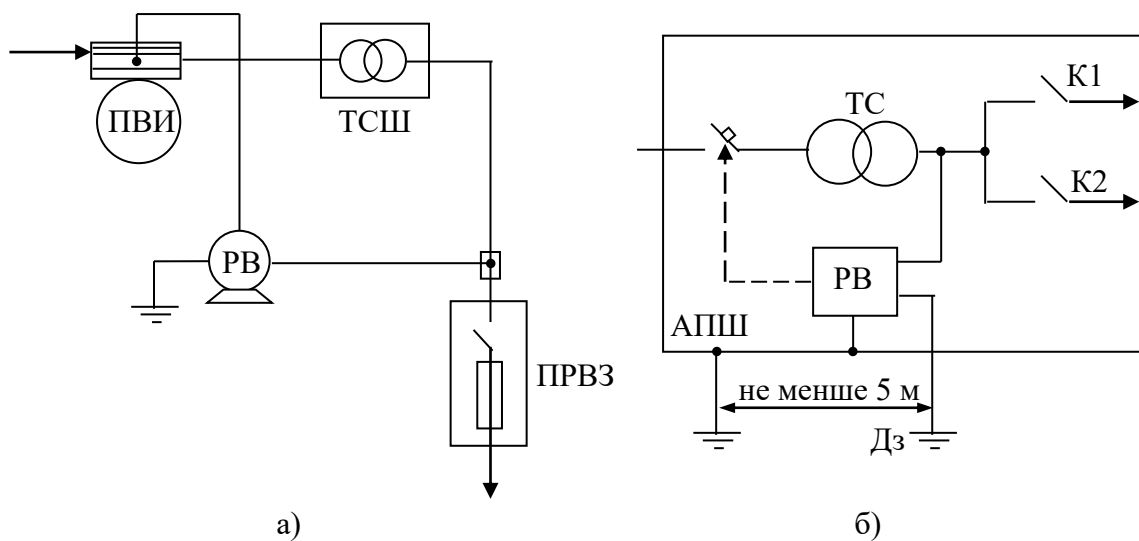


Рисунок 2.1 – Схема підключення трансформатора мережі системи освітлення:
а) ТСШ; б) АПШ.

При живленні освітлення від пускового агрегату з нерегульованою установкою максимального захисту довжина лінії освітлення в одну сторону може бути обмеженою необхідністю забезпечення надійності спрацювання максимального захисту при короткому замиканні (КЗ) в кінці лінії, тобто:

$$\frac{I_{к.з.мин}}{I_y} \geq 1,5,$$

- де $I_{к.з.мин}$ – струм двохфазного КЗ в кінці електролінії;
- I_y – струм спрацювання захисту.

Через це для протяжних ліній промислових об'єктів як правило встановлюються допоміжні джерела живлення освітлювальної установки, які, у свою чергу, під'єднуються до силової мережі по магістральній схемі.

Для загального освітлення відкритих промислових об'єктів можуть використовуватися стаціонарні чи пересувні опори (дерев'яні, металічні, залізобетонні), їх висота не повинна перевищувати 10-15 м. На кожній із щогол можливе встановлення групи світлових приладів, в кількості від двох до вісьми.

Побудова вищезгаданих установок пов'язане з використанням значної

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кількості світлових приладів, великої довжини ЛЕП для систем освітлення, із незручністю експлуатації пересувних опор для протяжних промислових приміщень, які будуються, або при виконанні ремонтних чи аварійних міроприємств.

Захист мереж світлотехнічних систем від струмів короткого замикання передбачають при допомозі запобіжників з плавкими вставками або автоматичними вимикачами, які встановлюються на трансформаторних підстанціях, шафах чи безпосередньо на ЛЕП. Промислова мережа для освітлювальної установки проводиться при допомозі кабельних ліній чи повітряних сталелегуючих проводів.

2.2 Вибір типу проводів і способів їх проведення

Тип електричної проводки, марку та спосіб проведення кабелів обираються в залежності від призначення, умов навколишнього середовища, параметрів приймачів електроенергії, вимог техніки безпеки, протипожежних правил тощо.

В якості електропроводки для обраного промислового приміщення будемо використовувати проводи та кабелі з мідними жилами в ПВХ ізоляції.

У відповідності до ГОСТ 7399-97, ТУ-У-05758730.011-99 обираються проводи: ВВП-1, ПВ-1-3, ВВГнг.

ВВП-1 провід, зображений на рис. 2.2 має призначення для електричних установок при номінальній напрузі в межах 380/660 В або при постійній напрузі до 1000 В включно. Використовується при монтажі електричних ланцюгів у стінах, на дошках, у пустотілих каналах будівельних конструкцій або закладається в штукатурку для сухих і сирих приміщень, при монтажі силових та освітлювальних мереж. У таблиці 2.1 зведено основні технічні та експлуатаційні його параметри.

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ізоляція жил виконується з полівінілхлоридного пластику (ПВХ). Ізольовані жили прокладені паралельно, в одній площині. У таблицях 2.2 - 2.4 наведено експлуатаційні параметри проводки, у якій можливі згини.

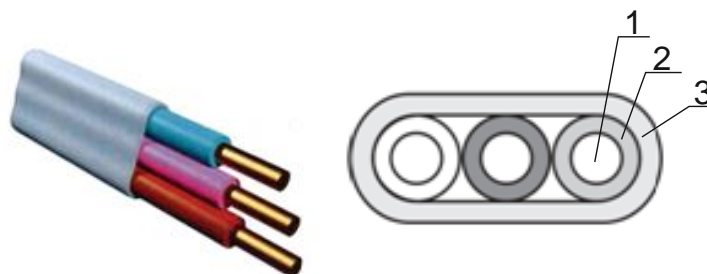


Рисунок 2.2 – Зовнішній вигляд ВВП-1: 1- мідна однодротова струмопровідна жила; 2 - ізоляція з ПВХ пластикату; 3 - оболонка з ПВХ.

Таблиця 2.1

Основні технічні та експлуатаційні параметри провідникової продукції

Номінальна напруга	до 380 В (250В - ПУНП)
Температура навколишнього середовища при експлуатації кабелю	від -25 ° С до +40 ° С
Відносна вологість повітря	(При температурі до +35 ° С) 98%
Гранична тривало допустима робоча температура	+70 ° С
Мінімально допустимий радіус вигину при прокладці	не менше 30 мм, ВВП - 10 найменших зовнішніх діаметрів дроту
Термін служби	6 років
Гарантійний термін експлуатації кабелю	2 роки

Таблиця 2.2.

Характеристики провідників електричних установок для стаціонарного монтажу, ВВП-1.

Число жил січення, шт./мм ² .	Зовнішні розміри дроту, мм.	Розрахункова маса дроту, кг/км.
2x1.0	4.7x7.4	44.7
2x1.5	5.4x8.4	60.0
2x2.5	6.2x9.8	90.4
3x1.0	4.7x9.8	64.7
3x1.5	5.4x11.5	88.0
3x2.5	6.2x13.5	132.6

Таблиця 2.3.

Характеристики проводів електричних мереж для ділянок, на яких можливі згини ВВП-2.

Число жил / січення, шт./мм ² .	Зовнішні розміри дроту, мм.	Розрахункова маса дроту , кг/км
2x1.0	4,8x7,8	46,9
2x1.5	5,6x6,8	64,1
2x2.5	6,6x10,5	96,1
2x4.0	7,2x11,5	133,5
2x6.0	8,0x13,0	182,7
2x10.0	9,6x16,0	293,6
3x1.0	4,8x9,6	68,3
3x1.5	5,6x11,3	93,9
3x2.5	6,6x13,6	141,3
3x4.0	7,4x16,5	202,0
3x6.0	8,0x18,0	271,0
4x2.5	6,6x17,9	186,6

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4x4.0	7,2x20,5	267,2
5x2.5	6,6x21,6	231,8

Таблиця 2.4.

Провід для електричних установок для ділянок, де можливі часті вигини, ВВП-4.

Число жил / січення, шт./мм ² .	Зовнішні розміри дроту, мм	Розрахункова маса дроту , кг/км
2x1.0	4,9x7,9	48,5
2x1.5	5,7x9,0	65,8
2x2.5	6,7x10,7	101,7

ПВ-1-3 – провід з мідною жилою та ізоляцією з ПВХ пластику зображений рис. 2.3. Його можливо застосовувати для світлотехнічних установок при фіксованій прокладці для освітлювальних і силових мереж, а також для монтажу електроустаткування, машин, механізмів і верстатів на номінальну напругу до 450 В, частотою 400 Гц.

Провід вибрано у стійкому виконанні до впливу зміни температури в навколишньому середовищі в межах від -50°С до +70°С.

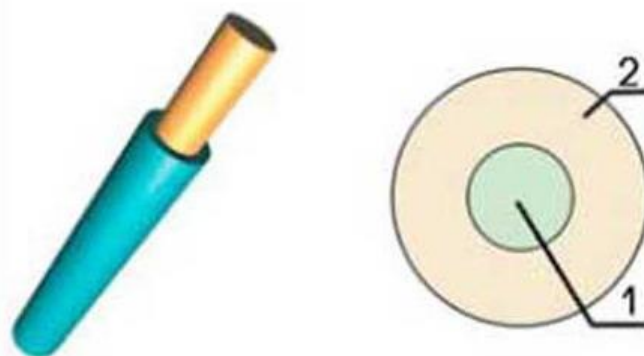


Рисунок 2.3 – Загальний вигляд і схема проводу ВП-1-3:

1 – мідна однодротова струмопровідна жила; 2 – оболонка з ПВХ.

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВВГнг – силові кабелі, які призначаються для передачі та розподілення електричної енергії для стаціонарних фіксованих мереж з номінальною змінною напругою 0,66 кВ і 1,0 кВ для частоти 50 Гц або можливе використання при постійній напрузі в 2,4 рази більшої за змінну напругу. Він зображений на рис. 2.4.

Приведу основні електротехнічні характеристики проводів:

- електричний опір ізоляції проводів при температурі 20° С, перерахований на 1 км довжини, не менше 10⁶ Ом.
- провід експлуатуються при температурі навколишнього середовища до - 50°С.
- монтаж проводів проводиться при температурі не нижче -15°С.
- радіус вигину при монтажі не менше п'яти діаметрів проводу марки ПВЗ і десяти діаметрів – для проводів інших марок.
- будівельна довжина проводів, не менше 100 м.
- не поширюють горіння при одиночній прокладці.
- термін служби проводів, не менше 15 років.

Можливе допустиме нагрівання струмопровідних кабелів для аварійного режиму не повинно перевищувати значення +75°С, а можливий час роботи для аварійного режиму не може бути більшим ніж 8 годин на добу, але не більшим за 1000 годин протягом терміну використання.

Термін використання даної продукції сягає до 30 років.

Цей кабель призначений для експлуатації в районах із помірним, холодним і тропічним кліматами. Дана провідникова продукція може бути модифікована для експлуатації на суші, у річках та озерах, у високогірних областях на висотах до 4300 м над рівнем світового океану. Дані провідники використовуються для проведення мережі:

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- в повітрі при відсутності небезпеки механічних ушкоджень у ході експлуатації;
- для прокладки в сухих або сирих приміщеннях, каналах, кабельних напівповерхами, шахтах, колекторах, виробничих приміщеннях, частково затоплюваних спорудах при наявності середовища зі слабкою, середньою та високою корозійною активністю;
- для прокладки на спеціальних кабельних естакадах, по мостах і в блоках;
- для прокладки в пожежонебезпечних приміщеннях;
- для прокладки у вибухонебезпечних зонах класу В-Іб, В-Іг, В-ІІ, В-ІІа;
- кабелі з мідними жилами застосовуються для прокладки групових освітлювальних мереж у вибухонебезпечних зонах класу В-Іа.

Для керування освітлювальною установкою групові щитки вимикачів планується встановити в доступних і зручних стосовно обслуговування місцях у відповідності до ПУЕ. Дані мережі для системи освітлення виконуємо кабелем марки ВВГнг із проведенням захищеним під пластом штукатурки, провідником марки ПВ-1 з прокладанням у вінілпластових трубках, діаметр яких 20 мм, та при попередній підготовці підлоги до заливанням бетоном, провідником марки ВВП-1, із прокладанням, що буде приховане під пластом штукатурки.

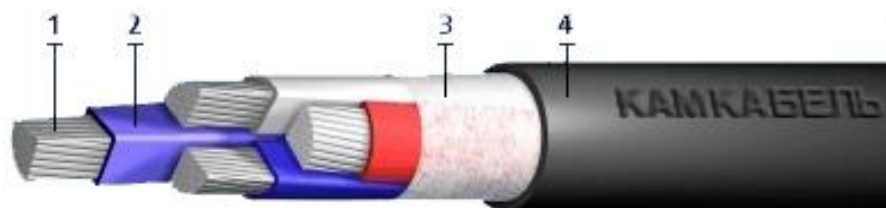


Рисунок 2.4 – Зовнішній вигляд та конструкція кабелю ВВГнг:

- 1 – мідна жила;
- 2 – ізоляція із ПВХ пластика;
- 3 – обмотка із спеціального полотна;
- 4 – оболонка з ПВХ пластика з підвищеною пожежною безпекою.

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де P_i - можливі припустимі втрати потужності,

L_i - довжини електричних ланцюгів.

$$M_{17} = 0,1 \cdot 1,5 = 0,15 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_9 = 0,072 \cdot 2 = 0,144 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_{16} = 0,036 \cdot 1 = 0,036 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_8 = 0,144 \cdot 2 = 0,288 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_{15} = 0,136 \cdot 2 = 0,272 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_7 = 0,288 \cdot 5 = 1,44 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_{14} = 0,072 \cdot 5,5 = 0,396 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_5 = 532 \cdot 2,5 = 1,33 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_{13} = 0,208 \cdot 2 = 0,416 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_4 = 0,036 \cdot 2 = 0,072 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_{12} = 0,036 \cdot 2 = 0,072 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_2 = 568 \cdot 5 = 2,84 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_6 = 0,244 \cdot 1 = 0,244 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_1 = 668 \cdot 4 = 2,672 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_{11} = 0,072 \cdot 2 = 0,144 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_3 = 0,1 \cdot 3 = 0,3 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_{10} = 0,144 \cdot 5,5 = 0,792 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

Розрахунок площі поперечного перерізу кабелів чи проводів на кожній окремо взятій ділянці проводиться по формулі:

$$S_i = \frac{M_i}{C \cdot \Delta U_{\text{дон}}};$$

У випадку, який обрано для кваліфікаційної роботи, коефіцієнт C для мідного проводу, що використовується для однофазної мережі приймає значення 12.

Можливу припустиму зміну напруги у мережі можна прийняти рівною:

$$\Delta U_{\text{дон}} = 2,5\%.$$

$$S_1 = \frac{2,672}{12 \cdot 2,5} = 0,09 \text{ мм}^2;$$

$$S_2 = \frac{2,84}{12 \cdot 2,5} = 0,095 \text{ мм}^2;$$

$$S_3 = \frac{0,3}{12 \cdot 2,5} = 0,01 \text{ мм}^2;$$

$$S_4 = \frac{0,072}{12 \cdot 2,5} = 0,0024 \text{ мм}^2;$$

$$S_5 = \frac{1,33}{12 \cdot 2,5} = 0,044 \text{ мм}^2;$$

$$S_6 = \frac{0,244}{12 \cdot 2,5} = 0,008 \text{ мм}^2;$$

$$S_7 = \frac{1,44}{12 \cdot 2,5} = 0,048 \text{ мм}^2;$$

$$S_8 = \frac{0,288}{12 \cdot 2,5} = 0,0096 \text{ мм}^2;$$

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_9 = \frac{0,144}{12 \cdot 2,5} = 0,005 \text{ мм}^2;$$

$$S_{10} = \frac{0,792}{12 \cdot 2,5} = 0,026 \text{ мм}^2;$$

$$S_{11} = \frac{0,144}{12 \cdot 2,5} = 0,005 \text{ мм}^2;$$

$$S_{12} = \frac{0,072}{12 \cdot 2,5} = 0,0024 \text{ мм}^2;$$

$$S_{13} = \frac{0,416}{12 \cdot 2,5} = 0,014 \text{ мм}^2;$$

$$S_{14} = \frac{0,396}{12 \cdot 2,5} = 0,013 \text{ мм}^2;$$

$$S_{15} = \frac{0,272}{12 \cdot 2,5} = 0,009 \text{ мм}^2;$$

$$S_{16} = \frac{0,036}{12 \cdot 2,5} = 0,0012 \text{ мм}^2;$$

$$S_{17} = \frac{0,15}{12 \cdot 2,5} = 0,005 \text{ мм}^2;$$

Визначимо максимальне значення площі для цієї групи $S_2=0,095 \text{ мм}^2$.

Обираємо найбільш задовільний регламентований переріз проводів, для схеми, яка розглядається у роботі, провідник типу ВВП – $S_{ном}=1,5 \text{ мм}^2$.

Визначення можливих втрати по напрузі на ділянках мережі електроживлення:

$$\Delta U = \frac{M_i}{C \cdot S_{ном}} = \frac{2,672}{12 \cdot 1,5} = 0,15\%$$

Наступним кроком стає визначення площі поперечного перерізу провідників на і-й ділянці по формулі:

$$S_i = \frac{M_i}{C \cdot (\Delta U_{дон} - \Delta U_0)}$$

$$S_1 = \frac{2,672}{12 \cdot (2,5 - 0,15)} = 0,095 \text{ мм}^2;$$

$$S_2 = \frac{2,84}{12 \cdot (2,5 - 0,15)} = 0,1 \text{ мм}^2;$$

$$S_3 = \frac{0,3}{12 \cdot (2,5 - 0,15)} = 0,01 \text{ мм}^2;$$

$$S_4 = \frac{0,072}{12 \cdot (2,5 - 0,15)} = 0,0026 \text{ мм}^2;$$

$$S_5 = \frac{1,33}{12 \cdot (2,5 - 0,15)} = 0,05 \text{ мм}^2;$$

$$S_6 = \frac{0,244}{12 \cdot (2,5 - 0,15)} = 0,009 \text{ мм}^2;$$

$$S_7 = \frac{1,44}{12 \cdot (2,5 - 0,15)} = 0,05 \text{ мм}^2;$$

$$S_8 = \frac{0,288}{12 \cdot (2,5 - 0,15)} = 0,01 \text{ мм}^2;$$

$$S_9 = \frac{0,144}{12 \cdot (2,5 - 0,15)} = 0,005 \text{ мм}^2;$$

$$S_{10} = \frac{0,792}{12 \cdot (2,5 - 0,15)} = 0,03 \text{ мм}^2;$$

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{11} = \frac{0,144}{12 \cdot (2,5 - 0,15)} = 0,005 \text{ мм}^2;$$

$$S_{12} = \frac{0,072}{12 \cdot (2,5 - 0,15)} = 0,003 \text{ мм}^2;$$

$$S_{13} = \frac{0,416}{12 \cdot (2,5 - 0,15)} = 0,015 \text{ мм}^2;$$

$$S_{14} = \frac{0,396}{12 \cdot (2,5 - 0,15)} = 0,015 \text{ мм}^2;$$

$$S_{15} = \frac{0,272}{12 \cdot (2,5 - 0,15)} = 0,01 \text{ мм}^2;$$

$$S_{16} = \frac{0,036}{12 \cdot (2,5 - 0,15)} = 0,0012 \text{ мм}^2;$$

$$S_{17} = \frac{0,15}{12 \cdot (2,5 - 0,15)} = 0,005 \text{ мм}^2.$$

Після цього розраховуємо допустиму зміну напруги на і-й ділянці кола системи освітлення:

$$\Delta U_2 = \frac{2,84}{12 \cdot 1,5} = 0,16\%;$$

$$\Delta U_3 = \frac{0,3}{12 \cdot 1,5} = 0,017\%;$$

$$\Delta U_4 = \frac{0,072}{12 \cdot 1,5} = 0,004\%;$$

$$\Delta U_5 = \frac{1,33}{12 \cdot 1,5} = 0,074\%;$$

$$\Delta U_6 = \frac{0,244}{12 \cdot 1,5} = 0,014\%;$$

$$\Delta U_7 = \frac{1,44}{12 \cdot 1,5} = 0,08\%;$$

$$\Delta U_8 = \frac{0,288}{12 \cdot 1,5} = 0,016\%;$$

$$\Delta U_9 = \frac{0,144}{12 \cdot 1,5} = 0,008\%;$$

$$\Delta U_{10} = \frac{0,792}{12 \cdot 1,5} = 0,044\%;$$

$$\Delta U_{11} = \frac{0,144}{12 \cdot 1,5} = 0,008\%;$$

$$\Delta U_{12} = \frac{0,072}{12 \cdot 1,5} = 0,004\%;$$

$$\Delta U_{13} = \frac{0,416}{12 \cdot 1,5} = 0,023\%;$$

$$\Delta U_{14} = \frac{0,396}{12 \cdot 1,5} = 0,022\%;$$

$$\Delta U_{15} = \frac{0,272}{12 \cdot 1,5} = 0,015\%;$$

$$\Delta U_{16} = \frac{0,036}{12 \cdot 1,5} = 0,02\%;$$

$$\Delta U_{17} = \frac{0,15}{12 \cdot 1,5} = 0,008\%;$$

Результати обчислень зведено у таблиці 2.5.

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.5.

Результати розрахунків щодо підбору площі поперечного перерізу провідників для мережі окремої групи із системи освітлення

Момент навантаження відгалужень, кВт·м		Розрахункова площа перерізу проводу, мм ²		Стандартна площа перерізу проводу, мм ²	Втрати напруги, %	Марка проводу
M_1	2,672	S_1	0,09	1,5	0,15	ВВП
M_2	2,84	S_2	0,095	1,5	0,16	ВВП
M_3	0,3	S_3	0,01	1,5	0,017	ВВП
M_4	0,072	S_4	0,0024	1,5	0,004	ВВП
M_5	1,33	S_5	0,044	1,5	0,074	ВВП
M_6	0,244	S_6	0,008	1,5	0,014	ВВП

Визначаємося з довжинами наступних ділянок для всіх груп мережі освітлювальної установки:

$$L_{\text{поч}}=0,5\text{м}, L_{N2}=5\text{м}, L_{N3}=25\text{м}, L_{12,1}=25\text{м}, L_{12,2}=25\text{м}, L_{11,1}=15\text{м}, L_{11,2}=25\text{м}, L_{14}=12\text{м}, L_{15}=12\text{м}, L_5=5\text{м}, L_{19}=5\text{м}, L_2=4\text{м}.$$

Аналогічно попередньому проводимо розрахунок моментів навантаження для кожної з груп:

$$M_{\text{поч}} = 6,7 \cdot 0,5 = 3,35 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_{N2} = 0,035 \cdot 5 = 0,175 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_{N3} = 0,72 \cdot 25 = 18 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_{12,1} = 0,255 \cdot 25 = 6,4 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_{12,2} = 0,255 \cdot 25 = 6,4 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_{11,1} = 1,6 \cdot 15 = 24 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_{11,2} = 1,6 \cdot 15 = 24 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_{14} = 1 \cdot 12 = 12 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_{15} = 0,9 \cdot 12 = 10,8 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_5 = 0,3 \cdot 5 = 1,5 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_{19} = 0,6 \cdot 5 = 3 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_2 = 0,3 \cdot 4 = 1,2 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

Проводимо визначення площі поперечного перерізу проводів для кожної групи:

$$S_{\text{ноч}} = \frac{3,35}{12 \cdot 2,5} = 0,1 \text{ мм}^2;$$

$$S_{N2} = \frac{0,175}{12 \cdot 2,5} = 0,006 \text{ мм}^2;$$

$$S_{N3} = \frac{18}{12 \cdot 2,5} = 0,6 \text{ мм}^2;$$

$$S_{12.1} = \frac{6,4}{12 \cdot 2,5} = 0,21 \text{ мм}^2;$$

$$S_{12.2} = \frac{6,4}{12 \cdot 2,5} = 0,21 \text{ мм}^2;$$

$$S_{11.1} = \frac{24}{12 \cdot 2,5} = 0,8 \text{ мм}^2;$$

$$S_{11.2} = \frac{24}{12 \cdot 2,5} = 0,8 \text{ мм}^2;$$

$$S_{14} = \frac{12}{12 \cdot 2,5} = 0,4 \text{ мм}^2;$$

$$S_{15} = \frac{10,8}{12 \cdot 2,5} = 0,36 \text{ мм}^2;$$

$$S_5 = \frac{1,5}{12 \cdot 2,5} = 0,05 \text{ мм}^2;$$

$$S_{19} = \frac{3}{12 \cdot 2,5} = 0,1 \text{ мм}^2;$$

$$S_2 = \frac{1,2}{12 \cdot 2,5} = 0,04 \text{ мм}^2.$$

Обираємо найбільш потрібний регламентований переріз провідників. Для проводів типів: ВВП $S_{\text{ном}} = 1,5 \text{ мм}^2$, ВВГнг $S_{\text{ном}} = 1,5 \text{ мм}^2$, Шном $S_{\text{ном}} = 1,5 \text{ мм}^2$, ПВ1 $S_{\text{ном}} = 1,5 \text{ мм}^2$.

Розраховуємо відносні зміни напруги для кожної групи електричної мережі:

$$\Delta U_{\text{ноч}} = \frac{3,35}{12 \cdot 1,5} = 0,19\%;$$

$$\Delta U_{N2} = \frac{0,175}{12 \cdot 1,5} = 0,01\%;$$

$$\Delta U_{N3} = \frac{18}{12 \cdot 1,5} = 1\%;$$

$$\Delta U_{12.1} = \frac{6,4}{12 \cdot 1,5} = 0,36\%;$$

$$\Delta U_{12.2} = \frac{6,4}{12 \cdot 1,5} = 0,36\%;$$

$$\Delta U_{11.1} = \frac{24}{12 \cdot 1,5} = 1,33\%;$$

$$\Delta U_{11.2} = \frac{24}{12 \cdot 1,5} = 1,33\%;$$

$$\Delta U_{11.2} = \frac{24}{12 \cdot 1,5} = 1,33\%;$$

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta U_{14} = \frac{12}{12 \cdot 1,5} = 0,67\%;$$

$$\Delta U_{15} = \frac{10,8}{12 \cdot 1,5} = 0,6\%;$$

$$\Delta U_5 = \frac{1,5}{12 \cdot 1,5} = 0,08\%;$$

$$\Delta U_{19} = \frac{3}{12 \cdot 1,5} = 0,17\%;$$

$$\Delta U_2 = \frac{1,2}{12 \cdot 1,5} = 0,07\%.$$

У таблиці 2.6 наведено результати попередніх розрахунків.

Таблиця 2.6.

Результати вибору площі поперечного перерізу проводів для груп у щитовій

Момент навантаження відгалужень, кВт·м	Розрахункова площа перерізу проводу, мм ²	Вибрана площа перерізу проводу, мм ²	Втрати напруги, %	Марка проводу		
M_{N2}	0,174	S_{N2}	0,006	1,5	0,01	ВВП
M_{N3}	18	S_{N3}	0,6	2,5	1,0	ВВП
$M_{12.1}$	6,4	$S_{12.1}$	0,21	1,5	0,36	ПВ
$M_{12.2}$	6,4	$S_{12.2}$	0,21	1,5	0,36	ПВ
$M_{11.1}$	24	$S_{11.1}$	0,8	1,5	1,33	ВВП
$M_{11.2}$	24	$S_{11.2}$	0,8	1,5	1,33	ВВП
M_{14}	12	S_{14}	0,4	1,5	0,67	ВВП
M_{15}	10,8	S_{15}	0,36	1,5	0,6	ВВГнг
M_5	1,5	S_5	0,05	1,5	0,08	ВВП
M_{19}	3	S_{19}	0,1	1,5	0,17	ВВП
M_2	1,2	S_2	0,04	1,5	0,07	ВВП
$M_{ноч}$	3,35	$S_{ноч}$	0,1	6	0,19	ПВ

3 Розрахунковий розділ

3.1 Основні вимоги загальної методики розрахунку системи освітлення та її електропостачання

Проектування системи освітлення виробничих цехів обов'язково повинно базуватися на попередньо спланованій для неї електротехнічній частині. У ній має передбачатися вибір джерел електроживлення, їх електротехнічних характеристик, основними з яких є напруга та струм мережі живлення світлових приладів, можливості та умови прокладання кабельно-провідникових жил до приміщення та безпосередньо у ньому. Для достатньо надійної роботи освітлювальної установки доводиться враховувати не лише її кількісні та якісні світлотехнічні параметри, такі як нормована освітленість виробничих площ, спектральний склад випромінювання, безпосереднє розташування світлових приладів у приміщенні, але й електротехнічні вимоги до джерел та схем живлення. Звертається увага на спеціалізацію технологічного процесу виробництва, призначення та специфіки окремих його частин, архітектури конструкцій самого виробничого приміщення. Вирішуються питання забезпечення безперебійності роботи освітлювальної установки, її економічності та енергозатратності, можливості зручного обслуговування світильників та, зокрема, джерел світла у них.

Світлові прилади (СП) по відношенню їх розмірів до відстані до освітлюваних поверхонь поділяють на групи: точкові, лінійні, поверхні кінцевих розмірів.

До 1-ї групи відносять освітлювальні прилади з газорозрядними лампами та світлодіодними, якими за подібністю їх конструктивного виконання найпростіше замінити лампи розжарення. Вони розташовуються на відстані до освітлювальних площин більшої у 5 (і більше) разів за розміри СП. Тоді можливо використовувати криві сили світла СП.

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Мацех В.А.				Розрахунковий розділ	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Чубатий Ю.О.							
Консульт.	Чубатий Ю.О.							
Н. контр.	Вакулєнко О.О.					ТНТУ, ФПТ, гр. ЕТс-41		
Затверд.	Гарасенко М. Г.							

Розташування світильника по відношенню до освітлювальної площі буде визначатися параметрами h_p , α , φ (рис. 3.1, а), де h_p – висота розташування СП над освітлюваною поверхнею, α та φ – вертикальний та горизонтальний відповідно кут спрямування світлового потоку до досліджуваної точки.

Для симетричного світлового приладу, просторовий розподіл світлового потоку якого розраховується лише однією кривою сили світла в довільній повздовжній площині, положення визначиться лиш двома параметрами h_p та α .

Коли світловий прилад розміщений на невеликій відстані до освітлюваної площини, яка співмірна з розміром СП, останній не можна розглядати як точковий і його світлорозподіл буде характеризуватися кривими однакої освітленості досліджуваної поверхні.

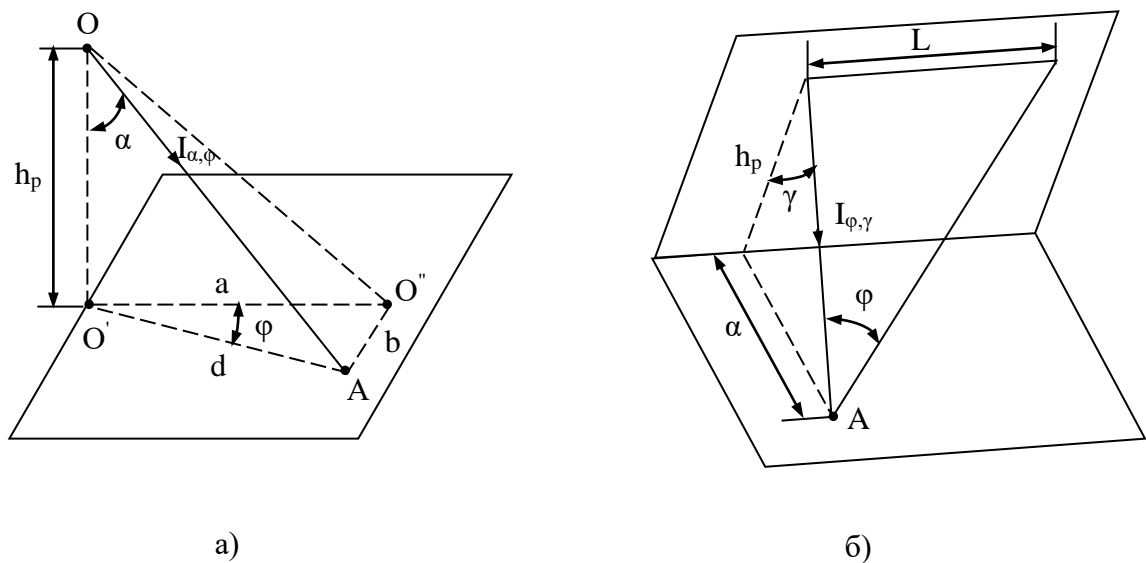


Рисунок 3.1 – До розрахунку освітленості досліджуваної площини:

- а) точковим джерелом світла,
- б) лінійним світловим приладом.

У другій групі світлових приладів зібрано люмінесцентні та світлодіодні світильники, які розташовуються у неперервній лінії чи лініями із проміжками. Для них просторовий розподіл потоку буде визначатися кривими

сили світла у повздовжній і поперечній площинах, по відношенню до одиниці довжини лінії, яка випромінює. Розташування випромінюючої лінії по відношенню до досліджуваної точки освітлювальної площини буде визначатися висотою підвісу h_p і теж 2-а кутами, а саме кутом γ у поперечній до осі джерела світла площині, що проходить через досліджувану точку та кутом ϕ , під яким ведеться спостереження світлової лінії з досліджуваної точки.

Світлові поверхні (у більшості випадків, площини), які об'єднують у 3-ю групу, являють собою або системи відбитого світла, або світлові стелі чи панелі, що перекриваються заглушеним склом, напівпрозорим пластиком або розсіювачами з решітками. При такій системі освітлення світлова поверхня (площина) має розміри, які співмірні з відстанню до досліджуваної точки освітлювальної площини. Для таких випромінювачів кінцевих розмірів просторовий розподіл світлового потоку буде характеризуватися розподілом яскравості у просторі та по випромінюючій поверхні.

Після вибору основних нормативних характеристик системи освітлення (значень рівнів освітленості, визначеному типу світлових приладів, їх розміщення у приміщенні) проводять світлотехнічний розрахунок.

По результатах розрахунку значень рівнів освітленості можливе відхилення від нормованих параметрів у межах від -10 до +20%.

Існуючі методики розрахунку систем освітлення поділяються на дві основні групи:

- розрахунок по загальному світловому потоку за методом коефіцієнта використання цього потоку, за методом використання питомої потужності;
- метод точкового розрахунку.

Світлотехнічний розрахунок зводиться в загальному випадку до розрахунку просторового розподілу світлового потоку, який безпосередньо спрямовується від світлових приладів на досліджувану площину чи поверхню, та до розрахунку багатократного відбивання цього потоку між площинами (поверхнями), які обмежують освітлюване приміщення. Сумарну освітленість у

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

досліджуваній точці розрахункової площини розглядають як суму цих двох складових:

$$E_p = E_{np} + E_e,$$

де E_{np} , E_e – пряма та відбита відповідно складові освітленості.

Значення розподілу відбитої складової освітленості на розрахунковій площині, яка створюється багатократно відбитим світловим потоком, практично рівномірне, а от значення прямої складової, яка залежить і від кривих сили світла світлових приладів, і від розташування їх приміщенні, яке має бути освітленим може значно відрізнятись у різних досліджуваних точках.

Через це середнє значення сумарної освітленості $E_c = \frac{\Phi_p}{S_p}$ не може бути

остаточним критерієм при розрахунках потрібної потужності джерел світла. У формулі Φ_p – розрахований сумарний світловий потік, який спрямовано на досліджувану поверхню, площа якої S_p .

Як виключення розглядають випадок, коли обидві складові освітленості, як пряма, так і відбита розподіляються по освітлювальному простору рівномірно. У такому разі при розрахунку середнього значення рівня освітленості користуються коефіцієнтом використання світлового потоку, під яким розуміють відношення світлового потоку, який попадає на досліджувану площину Φ_p до повного світлового потоку всіх джерел світла:

$$\eta_{e.y.} = \frac{\Phi_p}{n \cdot \Phi_l},$$

де Φ_l – світловий потік одного джерела світла, лм;

n – загальна кількість джерел світла.

Для розрахунку потужності системи освітлення разом із методом коефіцієнта використання світлового потоку доволі часто використовують метод питомої потужності, у якому під питомою потужністю розуміють відношення сумарної потужності джерел світла до площі освітлюваної поверхні:

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\omega = \frac{P_0}{S},$$

де ω – питома потужність, Вт/м²;

P_0 – сумарна потужність ламп, Вт;

S – площа освітлювальної поверхні, м².

Даний метод хоча і наближено, зате більш просто та швидше дозволяє вирішити задачу розрахунку необхідної потужності системи освітлення. В основі цього методу наступний порядок виконання обчислень. В основному розрахунковому рівнянні методу коефіцієнта використання світлового потоку замінюється світловий потік лампи на потужність лампи (P_l) та її світлову віддачу (H):

$$P_l \cdot H = \frac{E_n \cdot K_z \cdot S \cdot Z}{n \cdot \eta_{в.у.}}$$

Розв'язуючи дане рівняння по відношенню до питомої потужності, отримаємо:

$$\omega = \frac{P_l \cdot n}{S} = \frac{E_n \cdot K_z \cdot Z}{\eta_{в.у.} \cdot H}$$

Розв'язок свідчить про те, що питома потужність системи освітлення залежатиме від необхідного розрахованого значення освітленості (E_n), коефіцієнта запасу (K_z), типу джерела світла (H), розміщення світильників (Z) та коефіцієнту використання освітлювальної установки ($\eta_{в.у.}$), і, відповідно, від просторового світлорозподілу та к.к.д. світлових приладів, розмірів і відбиваючих властивостей (коефіцієнтів відбивання) поверхонь приміщення. Проаналізувавши вплив даних факторів на значення величини питомої потужності, було складено таблиці питомої потужності освітлювальних установок, до яких включалися різноманітні світильники. При цьому питома потужність розраховувалася в залежності від висоти приміщення, його площі та необхідного значення рівнів освітленості.

Цим методом можна користуватися в тих випадках, якщо метод коефіцієнта використання світлового потоку не може бути прийнятим до

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розрахунку (у приміщеннях, які перенасичені обладнанням, затемнених та подібних), а також, коли необхідна перевірка значень освітленості окремо виділених ділянок приміщення. Даний метод називають точковим тому, що він дозволяє визначати потужність освітлювальних установок на основі розрахунку освітленості в довільній точці робочої площини чи поверхні. При цьому вважається, що відбита складова світлового потоку не відіграє значимої ролі. Його широко використовують для розрахунків освітлення конвеєрних ліній, галерей, охоронного освітлення, освітлення сходових клітин, спусків, доріг, залізничних колій, підземних протяжних виробок та подібного. Метод дозволяє отримати належно допустимі результати для випадків використання світлових приладів прямого та переважно прямого світла.

Перед виконанням розрахунків освітлення попередньо обирають тип світлових приладів, варіант, можливість їх розташування (висоту встановлення, відстань між світильними). У загальному випадку точковий метод дає можливість розшукати значення освітленості площини робочої поверхні, яка довільно зорієнтована у просторі. У практиці проектування систем освітлення випадки розрахунку значень освітленості похилих площин чи поверхонь зустрічаються зрідка, частіше виникає необхідність розрахунку значення освітленості на площині (поверхні), яка перпендикулярна осі симетрії світлового приладу (горизонтальна освітленість), чи на площині (поверхні), яка паралельна цій осі (вертикальна освітленість). Звичайно, це значно спрощує методику розрахунку.

Послідовність розрахунку освітленості горизонтальної та вертикальної площини досліджуваної поверхні, створеної світловим приладом з круглосиметричним розподілом світлового потоку проілюстровано на рис. 3.2, на якому точка А досліджуваної поверхні, є точкою, в якій буде розраховуватися значення освітленості.

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

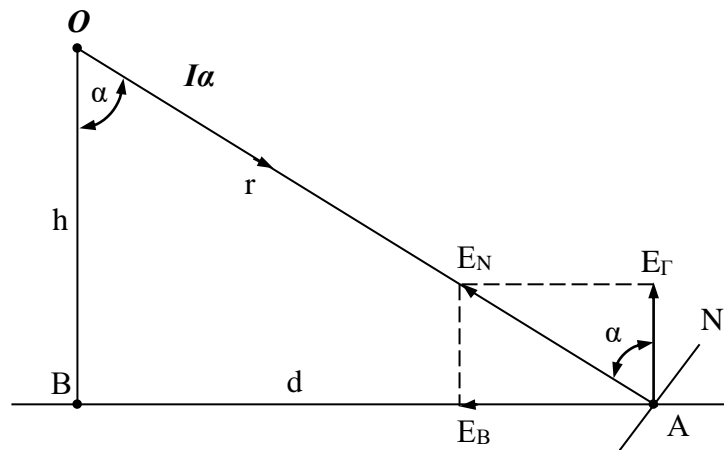


Рисунок 3.2 – Розрахунок значення освітленості в точках на досліджуваній площині.

Значення освітленості E_N у точці А на площині, що перпендикулярна напрямку променя світла, який попадає в дану точку, залежатиме від сили світла I_α у даному напрямку, відстані r від джерела світла до точки $E_N = \frac{I_\alpha}{r^2}$.

Значення освітленості в розрахунковій точці А на горизонтальній і вертикальній площинах відповідно розрахуються наступним чином:

$$E_z = \frac{I_\alpha}{r^2} \cdot \cos \alpha,$$

$$E_e = \frac{I_\alpha}{r^2} \cdot \sin \alpha.$$

У практичних розрахунках варто розташування джерела світла, точку О, описувати координатами h , d та вертикальним кутом α . У такому випадку з трикутника АОВ визначають:

$$\cos \alpha = \frac{h}{r}, \text{ тобто } r = \frac{h}{\cos \alpha}.$$

Далі вище приведені закономірності для значень освітленості можливо представити:

$$E_z = \frac{I_\alpha \cdot \cos^3 \alpha}{h^2},$$

$$E_e = \frac{I_\alpha \cdot \cos^2 \alpha \cdot \sin \alpha}{h^2} = E_z \cdot \operatorname{tg} \alpha.$$

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Беручи до уваги те, що криві розподілу сили світла світлових приладів наводяться для умовного джерела з світловим потоком 1000 лм, для реальної лампи

$$I'_\alpha = c \cdot I_\alpha,$$

де $c = \frac{\Phi_l}{1000}$, Φ_l – світловий потік реального джерела світла, лм; I_α – сила

світла по напрямку до точки А по значеннях кривої сили світла світлового приладу. У такому випадку рівняння для розрахунку значення освітленості в досліджуваній точці А матиме вигляд:

$$E_e = \frac{c \cdot I_\alpha \cdot \cos^3 \alpha}{h^2 \cdot k_3},$$

де K_3 – коефіцієнт запасу, який враховує зменшення величини світлового потоку в процесі роботи освітлювальної установки.

Значення рівня освітленості в досліджуваній точці прораховується від кожного світлового приладу, а остаточно освітленість у кожній з розрахункових точок розшукується як сума значень освітленості $\sum E_e$ від усіх світильників.

Розрахунок вважають завершеним, коли виконується умова $E_{\min} \geq \sum E_r$.

Значення практично розрахованої освітленості може відрізнятись від потрібного у проекті в межах $-10 \div +20\%$, коли умова з таким допуском не виконується, потрібно коректувати місця розміщення світлових приладів.

3.2 Точковий метод розрахунку місцевого освітлення

Щоб розрахувати значення освітленості в досліджуваній точці (у програмі для розрахунку вона позначена Q) на нормованій площині, яку буде створювати світильник розташований у вибраному проектантом місці (у програмі позначена точкою S, що має координати x_s, y_s, z_s), використовуємо закономірність, що справджується для точкових джерел світла:

$$E \approx \frac{I(\alpha, \beta) \cdot \cos \theta}{L^2}$$

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $I(\alpha, \beta)$ – сила світла, що потрапляє у точку Q від світильника в канделях;

θ – кут між нормаллю до площини, на якій буде розраховуватися значення освітленості та напрямком сили світла від світильника до точки Q, виражений у радіанах;

L – відстань від досліджуваної точки Q до світлового приладу, визначена через координати у програмі розрахунку в метрах.

α, β – кути (вертикальний та горизонтальний, відповідно), виражені у системі координат із геометрії освітлювального об'єму.

Через те, що відстань L значно більша за геометричні розміри світильників обраних для системи освітлення, їх можна з достатньою точністю вважати точковими джерелами світла для досліджуваної точки Q. Теоретично доведено, що коли співвідношення $L/d > 5/1$ відносна похибка розрахунків значення освітленості становитиме менш ніж 0,7%. Буквою d позначений найбільший розмір (діагональ або діаметр) вихідного отвору відбивача світильника.

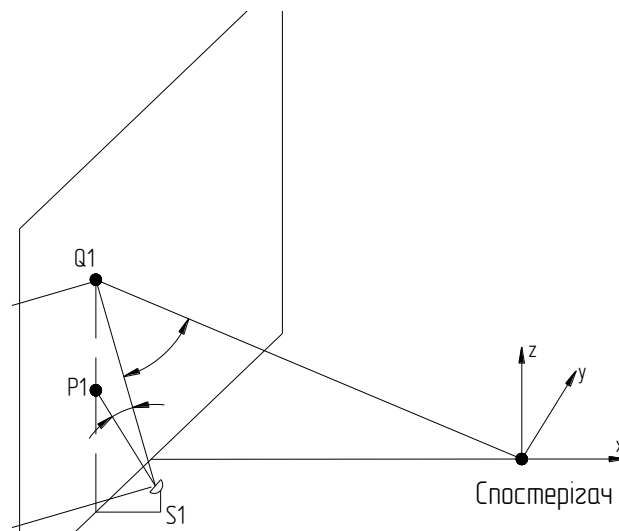


Рисунок 3.3 – Схема для визначення значення освітленості в досліджуваній точці нормованої площини.

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На рис. 3.3 графічно показано зображення досліджуваної (у даному випадку, вертикальної) площини біля робочої поверхні промислового верстату разом із світловим приладом місцевого освітлення, розміщеним у точці S_1 . Напрямок спрямування максимального по величині радіус-вектора сили світла в точку P_1 . Координати досліджуваної точки Q_1 визначатимуться у системі XYZ відносно спостерігача.

З точки S_1 , координати якої $x_s; y_s; z_s$, світловий потік спрямовується до вертикальної площини. Значення координати z_s вибрано рівним 1,8 м, через те, що, як показали попередні розрахунки, розташуванням світильника місцевого освітлення саме на цій висоті найпростіше отримати найбільш рівномірні значення освітленості вертикальної площини.

Проекцією точки S_1 на горизонтальну площину підлоги виробничого приміщення є точка H_1 , її координати $x_H = x_s; y_H = y_s; z_H = 0$. У цій позиції розташовується основа консолі світильника.

Спрямування оптичної осі світильника до точки P_1 , координати якої x_P, y_P можуть змінюватися, а $z_P = 0$. Вертикальну координату z_P прирівнюємо до нуля тому, що світловий прилад, а саме світлодіодний світильник, направляє світловий потік до горизонтальної площини XOY . Умовою для визначення координат x_P, y_P служить нерівність:

$$j \geq 27-25^\circ,$$

де j – кут між напрямками SP та PH (рис. 3.3).

Досліджувану (змінну за своїм положенням) точку $Q_1(x_q, y_q, z_q)$ переміщуємо по вертикальній площині XOZ . Проекцією цієї точки на площину $S_1H_1P_1$ буде точка $M_1(x_m, y_m, z_m)$.

Перший світильник (S_1) розташовуємо так, щоб координата точки S_1 приймала значення більше нуля. Тобто $x_s > 0$ і $y_s > 0$. Із рис. 3.3 можна побачити, що розшукувані кути α та β (кути, якими буде визначатися зміщення досліджуваної точки від оптичної осі світильника відповідно в

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

горизонтальному та вертикальному напрямках) будуть кутами $M_1S_1Q_1 = \beta_1$ та $M_1S_1P_1 = \alpha_1$.

Оптимально можлива зона нормованого освітлення поблизу металообробного верстата, на яку спрямовуватиме світловий потік світильник місцевого освітлення має розміри 3,0х3,6 м. Через це визначення координати x_Q досліджуваної точки може змінюватися в межах від -7 до 0 , координата y_Q мінятиметься на проміжку від -3 до 8 . Значення висоти для вертикальної нормованої площини обмежуємо $2,8$ м.

Стосовно вибраної системи координат з центром посередині виробничого приміщення індексуємо координати досліджуваної точки у вертикальній площині для проведення визначення положення 1-го світлового приладу:

$$q := 0 \dots 40; r = 0 \dots 20; k = 0 \dots 15.$$

$$x_{q_r} = -20 + q; y_{q_r} = 0; z_{q_k} = k.$$

Значення координати $y_{q_r} = 0$, тому що площина, на якій буде розраховуватися освітленість співпадає з площиною XOZ (рис. 3.3).

Щоб спростити наступні математичні обчислення координати точок задаємо у матричному вигляді:

$$S_1 := \begin{bmatrix} x_{s1} \\ y_{s1} \\ z_{s1} \end{bmatrix}; H_1 := \begin{bmatrix} x_{h1} \\ y_{h1} \\ z_{h1} \end{bmatrix}; P_1 := \begin{bmatrix} x_{p1} \\ y_{p1} \\ z_{p1} \end{bmatrix}; Q_{q,r,k} := \begin{bmatrix} x_{q_r} \\ y_{q_r} \\ z_{q_k} \end{bmatrix}.$$

Слід зауважити, що значення координат $x_{h1} = x_{s1}$, та $y_{h1} = y_{s1}$.

Після розв'язку матричних рівнянь отримаємо значення для коефіцієнтів, якими визначатиметься рівняння площини $S_1H_1P_1$:

$$\begin{vmatrix} x - x_{s1} & y - y_{s1} & z - z_{s1} \\ x_{h1} - x_{s1} & y_{h1} - y_{s1} & z_{h1} - z_{s1} \\ x_{p1} - x_{s1} & y_{p1} - y_{s1} & z_{p1} - z_{s1} \end{vmatrix} = 0 = \begin{vmatrix} x - x_{s1} & y - y_{s1} & z - z_{s1} \\ 0 & 0 & -z_{s1} \\ x_{p1} - x_{s1} & y_{p1} - y_{s1} & -z_{s1} \end{vmatrix} = z_{s1} \begin{vmatrix} x - x_{s1} & y - y_{s1} \\ x_{p1} - x_{s1} & y_{p1} - y_{s1} \end{vmatrix} =$$

$$= (x - x_{s1})(y_{p1} - y_{s1})(x_{p1} - x_{s1})(y - y_{s1}) = 0$$

$$x(y_{p1} - y_{s1}) + y(x_{s1} - x_{p1}) + [x_{s1}(y_{s1} - y_{p1}) + y_{s1}(x_{p1} - x_{s1})] = 0$$

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У результаті розв'язку попереднього рівняння визначено значення коефіцієнтів рівняння площини $S_1H_1P_1$ та вектора N_1 , нормалі до площини

$$A_1 = y_{p1} - y_{s1}$$

$$B_1 = -x_{p1} + x_{s1}$$

$$C_1 = 0$$

$$D_1 = (-y_{p1} + y_{s1})x_{s1} + y_{s1} \cdot (x_{p1} - x_{s1})$$

$$N_1 := \begin{bmatrix} A_1 \\ B_1 \\ C_1 \end{bmatrix}$$

Далі розшукую проєкцію точки Q_1 на площину $S_1H_1P_1$. Це буде точка M_1 .

При цьому потрібно дотриматися наступних трьох умов:

1) Умова паралельності площини $S_1H_1P_1$ із віссю OZ :

$$C_1 = 0,$$

$$z_{m_k} = z_{q_k}.$$

2) Через те, що точка M_1 розташована на площині $S_1H_1P_1$, повинно виконуватися наступне співвідношення:

$$A_1 \cdot x_{m1} + B_1 \cdot y_{m1} + D_1 = 0.$$

3) Так як точка M_1 належить і до нормалі до площини $S_1H_1P_1$, що проведена через точку Q_1 , то можливо записувати вираз для рівняння цієї нормалі у канонічній формі користуючись визначеними значеннями координат точок M_1 і Q_1 :

$$\frac{x_{m1} - x_{q1}}{A_1} = \frac{y_{m1} - y_{q1}}{B_1}$$

Перша та третя умови зводяться до розв'язку системи рівнянь:

Рівняння прямої Q_1M_1 записуємо у параметричній формі з використанням допоміжного параметру t :

$$\frac{x_{m1} - x_{q1}}{A_1} = \frac{y_{m1} - y_{q1}}{B_1} = t$$

$$Q_1M_1: \begin{cases} x_{m1} = A_1 t + x_{q1} \\ y_{m1} = B_1 t + y_{q1} \end{cases}$$

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Значення таким чином розшуканих координат точки M_1 можна підставити у рівняння площини $S_1H_1P_1$ та розв'язати його по відношенню до параметра t :

$$(A_1t + x_{q_q})A_1 + (B_1t + y_{q_r})B_1 + D_1 = 0$$

Отримано рівняння для параметра t після спрощення попереднього математичного виразу:

$$t = -\frac{A_1x_{q_q} + B_1y_{q_r} + D_1}{A_1^2 + B_1^2}$$

Використовуючи значення параметра t , розшукуємо координати точки M_1 :

$$x_{m_q} = A_1 \left(-\frac{A_1x_{q_q} + D_1}{A_1^2 + B_1^2} \right) + x_{q_q}$$

$$y_{m_r} = B_1 \left(-\frac{A_1x_{q_q} + D_1}{A_1^2 + B_1^2} \right)$$

Розраховуємо кути зміщення α_1 і β_1 від оптичної осі світильника місцевого освітлення, одночасно визначаємо кут θ_1 між нормаллю до площини XOZ та напрямком вектора S_1Q_1 .

Використовуємо векторний запис для відрізків:

$$\overrightarrow{S_1P_1} := (\overline{P_1 - S_1})$$

$$\overrightarrow{S_1M_1} := (\overline{M_1 - S_1})$$

У результаті отримуємо:

$$\cos \alpha_1 = \frac{\overrightarrow{S_1P_1} \cdot \overrightarrow{S_1M_1}}{|\overrightarrow{S_1P_1}| \cdot |\overrightarrow{S_1M_1}|}$$

У залежності від значення координат досліджуваної точки, числове значення α_1 може бути як від'ємним, так і додатним. Так як косинус є парною функцією, то не має можливості розмежувати ці значення. Через це виникає необхідність дотримуватися додаткових умов. Введемо та визначимо значення допоміжних кутів ψ і φ (рис. 3.3):

$$S_1P_1H_1 = \varphi; M_1S_1H_1 = \psi$$

Вигляд векторного значення для S_1H_1 :

$$\overrightarrow{S_1H_1} = (\overline{H_1 - S_1})$$

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\psi = \arccos \left[\frac{\overline{S1M1} \cdot \overline{S1H1}}{|\overline{S1M1}| \cdot |\overline{S1H1}|} \right]; \varphi = \arccos \left[\frac{\overline{S1P1} \cdot \overline{S1H1}}{|\overline{S1M1}| \cdot |\overline{S1H1}|} \right]$$

Визначення знаку величини кута α_1 можливе із розв'язку наступної умови:

$$\alpha_1 := \text{if} \left[\psi \geq \varphi, \arccos \left(\frac{\overline{S1P1} \cdot \overline{S1M1}}{|\overline{S1P1}| \cdot |\overline{S1M1}|} \right), \arccos \left(\frac{\overline{S1P1} \cdot \overline{S1M1}}{|\overline{S1P1}| \cdot \overline{S1M1}} \right) \right]$$

По аналогії векторно задаю напрямок $S1Q1$ для визначення знаку кута β_1 :

$$\overline{S1Q1} = (\overline{S1} - \overline{Q1})$$

$$\beta = \arccos \left[\frac{\overline{S1M1} \cdot \overline{S1Q1}}{|\overline{S1M1}| \cdot |\overline{S1Q1}|} \right]$$

Щоб розшукати значення кута θ_1 між нормаллю до площини XOZ та напрямком $S1Q1$, задаю у векторній формі згаданий відрізок та вектор нормалі до площини:

$$\overline{Q1S1} = (\overline{S1Q1})$$

$$\overline{N1Q1} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, |\overline{N1Q1}| = 1$$

$$\theta = \arccos \left[\frac{\overline{Q1S1} \cdot \overline{N1Q1}}{|\overline{Q1S1}| \cdot |\overline{N1Q1}|} \right] = \theta(x_{q_1}; x_s; y_s; z_{q_1}; z_s)$$

Розв'язок для кута θ по знаку числового значення не критичний тому, що θ змінюється у діапазоні $-90^\circ < \theta < 90^\circ$. Для цього інтервалу значення завжди $\cos(\theta) > 0$.

На цьому геометричні розрахунки визначення відстаней та потрібних кутів для подальшого світлотехнічного розв'язку вичерпується і можна переходити до безпосереднього знаходження місць розташування світлових приладів та рівнів освітленості нормованих площин цеху виробничого приміщення. Такий розрахунок було проведено у пакеті прикладного моделювання світлового середовища «DiaLux» та для перевірки значень рівнів

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

освітленості у пакеті прикладних програм «MathCad». Дані програми наводяться в електронних додатках до кваліфікаційної роботи.

Результати визначення оптимальних місць розміщення світлових приладів загального освітлення представлено в ілюстративно-графічній частині кваліфікаційної роботи на плакатах. Отримані в результаті розрахунків рівні освітленості нормованих горизонтальних площин цеху приватного підприємства на висоті 0,8 м; 1 м та 1,2 м становлять 280-340 лк, що відповідає вимогам до освітлення виробничих приміщень, відносні похибки у значення освітленості визначених у програмах «DiaLux» та «MathCad» не перевищують 4,2 %.

3.3 Вибір джерела світла по спектральному складу випромінювання

Робота на металообробних верстатах пов'язана з контролем точності установки деталей, налагодженням верстата, контролем якості обробки деталей може бути віднесеною до робіт дуже високої точності, які вимагають застосування освітлювальних установок комбінованого освітлення з переважаючим використанням для загального освітлення люмінесцентних джерел світла типу ЛБ, або світлодіодних елементів. Для місцевого освітлення при виконанні робіт з металевими поверхнями, де можливі відблиски, варто застосовувати люмінесцентні лампи типу ЛД чи ЛХБ. Використовувати дугорозрядні імпульсні лампи типів ДРЛ і ДРІ варто лише у високих приміщеннях, вищих 6 м. У таких приміщеннях застосування ЛЛ приводить до значного та незадовільного збільшення кількості освітлювальних приладів у освітлювальній установці. Лампи розжарювання, якими користувалися в основному для місцевого освітлення металообробних верстатів, при роботі аварійного освітлення, на сучасному етапі замінюються світильникам з компактними люмінесцентними лампами або світлодіодними джерелами.

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для обраного цеху будуть використовуватися лампи ДРІ та світлодіодні модулі, що вбудовуються у світильники. Програма розрахунку та аналізу світлового потоку джерела світла по спектральному складу його випромінювання приведена у електронному додатку кваліфікаційної роботи. Її розроблено в середовищі «MathCAD», у ній присутні коментарі до роботи блоків програми.

Проведені розрахунки показали, що розрахований за спектральним складом світловий потік відрізняється від задекларованих у паспортних значеннях в межах допустимої відносної похибки, яка становить 4-8 %. Це, практично, не впливатиме на розподіл рівномірності освітлення.

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Вимоги до виробничого освітлення і його нормування

Виробниче освітлення, правильно спроектоване і виконане, призначення для рішення наступних питань: воно покращує умови зорової роботи, знижує втомлюваність, сприятливо впливає на виробниче середовище, чинить позитивний психологічний вплив на працюючого; підвищує безпеку праці і знижує травматизм на виробництві.

До сучасного промислового освітлення ставляться високі вимоги не тільки гігієнічного, але і технічно-економічного характеру.

Створення сприятливих умов праці, які виключають швидку втому зору, виникнення нещасних випадків і які сприяють підвищенню продуктивності праці, можливе тільки освітлювальною установкою, яка відповідає наступним вимогам:

Освітленість на робочому місці повинна відповідати зоровим умовам праці згідно гігієнічним нормам. Збільшення освітленості робочої поверхні покращує видимість об'єктів за рахунок підвищення їх яскравості, збільшує швидкість розрізнювання деталей, що відбивається на зростанні продуктивності праці. Так, при виконанні точних зорових робіт збільшення освітленості з 50 до 500 лк дозволяє отримати приріст продуктивності праці на 25 % і навіть при виконанні грубих робіт, які не потребують зорового напруження, збільшення освітленості робочого місця з 50 до 300 лк підвищує продуктивність праці на 5 - 8 % [15]. Однак є межа, при якій подальше збільшення освітленості майже не дає ефекту, тому необхідно покращувати якісні характеристики освітлення.

Необхідно забезпечити достатньо рівномірний перерозподіл яскравості на робочій поверхні, а також в межах навколишнього простору. Якщо в полі зору

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Мацех В.А.			БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник		Чубатий Ю.О.						7
Консульт.		Гурик О.Я.				ТНТУ, ФПТ, гр. ЕТс-41		
Н. Контр.		Вакуленко О. О.						
Затверд.		Тарасенко М.Г.						

знаходяться поверхні, які значно відрізняються між собою по яскравості, то при переводі погляду з яскравого освітленої на слабо освітлену поверхню око повинне переадаптуватися, що веде до втоми зору. Для підвищення рівномірності природного освітлення великих цехів здійснюється комбіноване освітлення. Світле забарвлення стелі, стін і виробничого обладнання сприяє створенню рівномірного розподілу яскравості в полі зору.

На робочій поверхні не повинно бути різкої тіні. Наявність різних тіней створює не рівномірний розподіл яскравості в полі зору, викривляє розміри і форми об'єктів розпізнання, в результаті підвищується втомлюваність, зниження продуктивності праці. Особливо шкідливі рухомі тіні, які сприяють збільшенню травматизму. Тіні необхідно запобігати, або пом'якшувати. При природному освітленні повинні передбачатися сонцезахисні пристрої (жалюзі, козирки, світлорозсіювачі склоблоки, склопластики), які перешкоджають проникненню в приміщення прямих сонячних променів, які створюють різкі тіні.

В полі зору не повинно бути прямої або відбитої блискучості. Блискучість – підвищена яскравість поверхонь, які світяться і які викликають порушення здорових функцій (засліплюваність). Пряма блискучість створюється прямими джерелами світла, відбита – поверхнями з великим коефіцієнтом відбивання або відбивання в напрямку до ока. Засліплюваність призводить до швидкої втоми людини і зниження її працездатності.

Обмеження прямої блискучості досягається зменшенням яскравості джерел світла, правильним вибором захисного кута світильника, збільшенням висоти, підвісу світильників.

Послабленням відбитої блискучості може бути досягнуто правильним вибором направлення світлового потоку на робочу поверхню, а також зміною кута нахилу робочої поверхні. Там, де це можливо, потрібно замінити блискучі поверхні матовими.

Величина освітленості повинна бути постійною в часі. Коливання освітленості, особливо якщо вони часті і мають велику амплітуду, кожен раз викликають переадаптацію ока і ведуть до значного стомлення.

Постійність освітлення в часі досягається стабілізацією напруги живлення, жорстким кріпленням світильників, застосуванням спеціальних схем включення

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розрядних ламп. Наприклад, зниження коефіцієнта пульсації освітленості люмінесцентних ламп з 55 % до 5 % приводить до зменшення втомлюваності і росту продуктивності праці до 30 % для робіт високої точності.

Потрібно вибирати оптимальний напрямок світлового потоку, що дозволяє в одних випадках розглядати внутрішні поверхні деталей, в других – розрізняти рельєфність елементів робочої поверхні.

Необхідно вибирати необхідний спектральний склад світла. Ця вимога особливо суттєва для забезпечення правильної кольоропередачі, а в деяких випадках для підсилення кольорових контрастів.

Правильну кольоропередачу забезпечує природне освітлення і штучні джерела світла з спектральною характеристикою, близькою до сонячної. Освітлювальна установка не повинна бути джерелом додаткових небезпек. Необхідно звести до мінімуму тепловиділення, шум, який випромінюється, небезпеку ураженням струмом і пожежну небезпеку.

Прилад повинен бути зручним, надійним і простим в експлуатації.

Природне і штучне освітлення в приміщеннях регламентується нормами ДБН-2006 в залежності від характеристики зорової роботи, найменшого розміру об'єкта розпізнання, розряду зорової роботи, системи освітлення, фону, контрасту об'єкта з фоном.

Для природного освітлення нормованим параметром є коефіцієнт природного освітлення (КПО). Прийнято розподільне нормування КПО для бокового та верхнього освітлення. При боковому освітленні нормуються мінімальне значення КПО, в межах робочої зони, яке повинно бути забезпечене в точках, найбільш віддалених від вікна; в приміщеннях з верхнім і комбінованим освітленням нормується середнє значення $KPO_{\text{сер.}}$ в межах робочої зони.

Для штучного освітлення нормованими параметрами є мінімальна освітленість, показник засліплення і глибина пульсації освітленості.

Норми передбачають переважне використання газорозрядних ламп. Якщо ці лампи використовувати не можна, то застосовують лампи розжарення і норми освітленості в цьому видку знижуються на один чи два ступені по шкалі освітленості вказаній в ДБН-2006. Прийнято розподільне нормування в залежності від системи освітлення і застосованих джерел світла. Величина мінімальної освітленості

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

визначається характером зорової роботи: найменшим розміром об'єкта розпізнання, контрасту об'єкта з фоном. Розрізняють вісім розрядів і чотири підряди робіт в залежності від ступеня здорового напруження.

Допустимі значення коефіцієнта пульсації для розрядних ламп не повинні перевищувати 10..20 % в залежності від системи освітлення і розряду зорових робіт.

При комбінованому освітленні освітленість робочих поверхонь від світильників загального освітлення повинна бути рівна або більше 10 % нормованого. Ця величина не повинна бути менше 150 лк для розрядних ламп і 50 лк для ламп розжарювання.

Для обмеження засліплюючої дії світильників загального освітлення в виробничих приміщеннях показник засліпленості не повинен перевищувати 20-80 одиниць в залежності від тривалості і розряду зорової роботи.

Також не повинно бути пульсації світлового потоку, що може спостерігатись при освітленості робочих поверхонь люмінесцентними лампами. Тому бажано застосовувати паралельно різного типу світильники, включати світильники в одному приміщенні, в різні фази мережі електроживлення.

Мінімальна освітленість робочих поверхонь, які потребують обслуговування в аварійному режимі, повинна бути рівна 5% нормованої освітленості в системі загального освітлення. В той же час вона не повинна бути нижче 2лк в середині будинку і 1лк на відкритих територіях. Найменша освітленість на підлозі, землі або сходах при аварійному освітленні для евакуації людей повинна бути в приміщеннях 0,5лк, а на відкритих територіях 0,2лк [16].

Для аварійного освітлення доцільно використовувати лампи розжарювання малої потужності.

4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Однією із основних задач цивільної оборони є підвищення стійкості робіт об'єктів народного господарства в умовах надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру. Для цього на кожному об'єкті наперед організовується і проводиться великий об'єм робіт, які направлені на підвищення стійкості його роботи в умовах надзвичайних ситуацій. До них відносяться інженерно-технічні, технологічні і організаційні міроприємства.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ				

Інженерно-технічними міроприємствами забезпечується стійкість промислових будівель, споруд, обладнання і комунікацій підприємства до дії вражаючих факторів.

Технологічними міроприємствами здійснюється підвищення стійкості шляхом зміни технологічного режиму, який виключає можливість виникнення вторинних вражаючих факторів.

Організаційними міроприємствами передбачається передчасна розробка і планування дій особистого складу штаба, служб і формувань ЦО об'єкта в умовах надзвичайних ситуацій.

Із всього комплексу міроприємств, які підвищують стійку роботу об'єктів в надзвичайних умовах, особливо важливе значення має проведення інженерно-технічних міроприємств.

Інженерно-технічні міроприємства, які спрямовані на підвищення стійкості, потрібно прагнути проводити при найменших затратах, досягаючи максимальної їх ефективності.

Міроприємства, які проводяться з метою підвищення стійкості роботи об'єктів в надзвичайних умовах, будуть економічно обґрунтованими в тому випадку, якщо вони максимально пов'язані з міроприємствами, які проводяться в мирний час для забезпечення безаварійної роботи об'єкта, покращення умов праці або вдосконалення виробничого процесу. Особливо важливе значення має розробка інженерно-технічних міроприємств ЦО при новому будівництві, так як в процесі проектування в багатьох випадках можна добитися логічного сполучення загальних інженерних рішень з захисними міроприємствами ЦО без суттєвого їх здороження. На існуючих об'єктах міроприємства по підвищенню стійкості їх роботи доцільно проводити в процесі реконструкції або виконання інших ремонтно-будівельних робіт.

Об'єм і характер проведення інженерно-технічних міроприємств залежать від важливості об'єкта, його місця знаходження, розмірів території, а також чисельності працюючих.

					КРБ 19-033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Об'єкти народного господарства досить різні по своєму призначенню, характеру виробничого процесу і умовам розміщення. Тому не можна дати одного рецепта по проведенню інженерно-технічних міроприємств, придатного для всіх об'єктів. На кожному об'єкті народного господарства проведення інженерно-технічних міроприємств передбачається виходячи із конкретних умов. Однак деякі інженерно-технічні міроприємства являються загальними і повинні проводитись на всіх об'єктах. До таких міроприємств відносяться:

- забезпечення захисту робочих і службовців від зброї масового ураження;
- підвищення стійкості управління ЦО об'єкта;
- підвищення стійкості будівель і споруд;
- захист цінного і унікального обладнання;
- підвищення стійкості постачання електроенергією, газом, паром, водою і роботи мереж комунального господарства;
- захист об'єктів від пожеж і інших вторинних факторів ураження;
- підвищення стійкості матеріально-технічного постачання;
- підготовка до відновлення порушеного виробництва.

Надійний захист виробничого персоналу від зброї масового ураження є важливим фактором підвищення стійкості роботи любого об'єкта, так як без людей не буде ніякого виробництва.

Основним засобом захисту персоналу підприємств являється укриття їх в захисних спорудах або сховищах.

Управління ЦО об'єкта складає основу діяльності начальника і його штабу і полягає в здійсненні постійного керівництва персоналом, формуваннями ЦО об'єкта на всіх етапах ведення ЦО.

Для підвищення стійкості управління в умовах надзвичайних ситуацій на об'єкті народного господарства повинна бути розроблена схема повідомлення і зв'язку, яка являється складовою частиною загального плану ЦО об'єкта. Управління повинно бути постійним на всіх етапах: при загрозі нападу, в умовах проведення розосередження і евакуації, а також при веденні рятувальних і невідкладних робіт.

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інженерно-технічний комплекс любого підприємства включає в себе будівлі і споруди, технологічне обладнання і комунікації електромережі, тепломережі, водопровід, каналізацію і газопровід.

Для підвищення надійності елементів інженерно-технічного комплексу на об'єкті проводяться наступні міроприємства:

- 1) підвищення стійкості будівель і споруд;
- 2) захист технологічного обладнання;
- 3) підвищення надійності постачання електроенергією, паром, водою, газом.

Від стійкості будівель і споруд залежить в основному стійкість всього об'єкта.

Доцільно границею підвищення стійкості будівель і споруд до дії ударної хвилі вважати такою, при якій отримані підприємства в цілому пошкодження дають можливість його виправданого відновлення. Разом з тим прагнути підвищити стійкість всіх будівель і споруд не потрібно, так як це пов'язано з великими матеріальними затратами, які не завжди будуть виправдані. Головним чином, потрібно підвищувати міцність найбільш важких елементів виробництва, від яких залежить робота всього підприємства, але стійкість яких нижче загальної границі стійкості.

Підвищення стійкості будівель і споруд досягається встановленням додаткових зв'язків між несучими елементами, створенням каркасів, рам, підкосів, контрфорсів, опор для зменшення прольоту несучих конструкцій, а також за рахунок застосування більш міцних матеріалів.

Захист технологічного обладнання здійснюється в першу чергу шляхом проведення загальних інженерно-технічних міроприємств, які здійснюються для підвищення стійкості роботи підприємства.

Захист обладнання і готової продукції може здійснюватися шляхом розміщення деяких видів найбільш цінного обладнання в заглиблених приміщеннях і використання для цього захисних пристроїв.

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У роботі розроблено проекти освітлювальних установок для виробничого приміщення цеху приватного підприємства, яке спеціалізується на ремонті металевих деталей автомобілів. Один з традиційними світловими приладами загального освітлення, в іншому використовуються світлодіодні світильники. Обидва проекти узгоджено до конструктивних, техніко-експлуатаційних та економічних вимог.

Було розглянуто норми освітленості виробничих приміщень подібного типу, характеристики сучасних джерел світла, світлових приладів різних типів, які використовуються для промислового освітлення. Зроблено наголос на застосуванні енергоекономних люмінесцентних та світлодіодних джерел світла.

У кваліфікаційній роботі вирішені наступні завдання:

- розроблено програму для визначення світлового потоку джерела світла за паспортними значеннями спектрального складу випромінювання;
- проведено порівняльні розрахунки рівнів освітленості нормованих площин виробничого приміщення, які утворюються при роботі спроектованих систем освітлення, у програмному середовищі «DIALux» та «Mathcad»;
- при допомозі пакету прикладних світлотехнічних розрахунків «DIALux» визначено оптимальні місця розташування світлових приладів, при цьому створюється максимально рівномірне дифузне загальне освітлення робочого простору приміщення виробничого цеху;
- розроблено схеми мережі електропостачання освітлювальної установки;
- проведений розрахунок розподільчих ділянок мережі живлення світлових приладів, площі поперечного перерізу проводів і струмопровідних жил кабелів;

					КРБ 19–060.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Мацех В.А.						2
Перевір.		Чубатий Ю.О.						
Консульт.		Чубатий Ю.О.						
Н. Контр.		Вакуленко О. О.						
Затверд.		Тарасенко М.Г.						
						ТНТУ, ФПТ, гр. ЕТс-41		

Важливо відмітити, що розроблені та запропоновані до реалізації у реальному проектуванні програми розрахунку освітленості можна використовувати для моделювання систем освітлення закритих виробничих приміщень довільної спеціалізації. Ці програми можливо вдосконалювати та використовувати у світлотехнічному моделюванні світлового клімату у сучасних виробничих об'єктах.

Розроблена освітлювальна установка задовольняє поставленим у роботі завданням, вимогам енергозбереження, зоровому комфорту працівників, правилам охорони праці та техніки безпеки, безпеки життєдіяльності при виробничих процесах. Через використання у ній сучасних енергоекономних люмінесцентних джерел світла та світлодіодних модулів, вона є економічно доцільною при порівнянні її з традиційними системами освітлення. Така система освітлення може бути рекомендованою до впровадження на не великих за об'ємом випуску продукції приватних підприємствах нашої держави.

					КРБ 19–060.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. «Справочная книга по светотехнике». Под. ред. Ю.Б. Айзенберга. М.: Энергоатомиздат. 1995.
2. Тиходеев П.М. Световые измерения в светотехнике. М.-Л.: Госенергоиздат. 1962.
3. Гуторов М.М. Основы светотехники и источники света. М.: Энергия. 1978.
4. Мешков В.В. Основы светотехники. Ч.1. М.: Энергия. 1979.
5. Айзенберг Ю.Б. Основы конструирования световых приборов. М.: Энергоатомиздат. 1996.
6. ДБН В 2.5-23–2003 Державні будівельні норми України. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення.– К.: Держбуд України, 2004.– 180 с.
7. ДНАОП 0.00-1.32-01 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок.– К.: Київпромелектропроект, 2001.– 80 с.
8. Справочная книга для проектирования электрического освещения / Под ред. Г. М. Кнорринга. – Л.: Энергия, 1976.– 384 с.
9. Айзенберг Ю.Б. Световые приборы. М.: Энергия. 1980.
10. Скобелев В.М., Афанасьева Е.И. Источники света. 1986.
11. Уэймаус Д. Газоразрядные лампы. М.: Энергия. 1987.
12. Рохлин Г.Н. Разрядные источники света. М.: Энергоатомиздат. 1991.
13. Кнорринг Г.М. Осветительные установки. Л.: Энергоиздат, Ленинград. отд-ние, 1981.
14. Козлов В. Н., - Технология производства световых приборов. М.: Энергоиздат. 1990.

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ					
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ					
Розроб.		Мацех В.А.						Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Чубатий Ю.О.						2		
Консульт.		Чубатий Ю.О.						ТНТУ, ФПТ, гр. ЕТс-41		
Н. Контр.		Вакуленко О. О.								
Зав. каф.		Тарасенко М.Г.								

15. Пляскин П.В. - Основы конструирования электрических источников света. М.: Энергоатомиздат. 1983.
16. СНиП 2-05-95. Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы и правила. Светотехника. 2003. №2
17. Справочник по охране труда на промышленном предприятии / К. Н. Ткачук, Д. Ф. Иванчук, Р. В. Сабарно, А. Г. Степанов. – К. : Техніка, 1991. – 192 с.
18. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий. Промышленные электрические сети. 2–е изд., перераб. и доп. / Под общ. ред. А.А. Федорова и Г.В. Сербиновского.– М.: Энергия, 1980.– 576 с., ил.
19. Козлов В. Н., - Технология производства световых приборов. М.: Энергоиздат. 1990.
20. Советы тем, кто работает с Mathcad // КомпьютерПресс. – 1998. - №3, 6, 1999 - №2.
21. Очков В. Ф. Mathcad 8 Pro для студентов и инженеров. – М.: КомпьютерПресс, 1999. – 523 с.: ил.
22. Кунго Я.А., Твардовский П.М. Автоматизация управления и регулирования напряжения в осветительных установках. – М.: Энергия, 2009. - 128 с.
23. Электробезопасность на промышленных предприятиях: справочник / Р.Б. Сабарно, А. Г. Степанов, А. В. Слонченко, Г. Д. Харламов. – К. : Техніка, 1985. – 288с., с ил.
24. Охорона праці в галузі : методичні вказівки / Укладач к.т.н., доц. каф. ТМ І. Г. Ткаченко. – Тернопіль, ТДТУ, 2001. – 32 с.
25. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів.– К.: УкрНДПВТІ «Укрсільенергопроект», 2007.– 150 с.
26. ДЕРЖАВНІ БУДІВЕЛЬНІ НОРМИ УКРАЇНИ, Інженерне обладнання будинків і споруд, ПРИРОДНЕ І ШТУЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ, ДБН В.2.5-28-2006.

					КРБ 19–033.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		