

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

### бакалавр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: Електричне освітлення елеваторного комплексу

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

електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
(шифр і назва спеціальності)

Вурста В.В.  
(прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник

Куземко Н.А.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Вакуленко О. О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Тарасенко М. Г.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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 Вурста Василь Васильович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Електричне освітлення елеваторного комплексу

Керівник роботи Куземко Наталя Анатоліївна  
(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 Характеристика об'єкту, опис світлотехнічного обладнання, креслення приміщень.

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)

1л. ф – А1

1л. ф – А1

1л. ф – А1

1л. ф – А1

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	08.02.2021	
2	Аналітичний розділ	12.02.2021	
3	Проектно-конструкторський розділ	19.03.2021	
4	Розрахунковий розділ	05.04.2021	
5	Безпека життєдіяльності та основи охорони праці	08.05.2021	
6	Висновки	11.06.2021	
7	Оформлення пояснювальної записки	13.06.2021	
8	Оформлення графічної частини	14.06.2021	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Вурста В.В.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

Куземко Н.А.

\_\_\_\_\_ (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. - Т. : ТНТУ, 2021.

Стор. \_\_\_\_\_; рис. \_\_\_\_\_; табл. \_\_\_\_\_; креслень 5; джерел 22; додатків - 0.

Кваліфікаційна робота бакалавра виконана на підставі завдання на тему: «Електричне освітлення елеваторного комплексу».

Метою кваліфікаційної роботи є: розробка проекту електричного освітлення елеваторного комплексу із врахуванням вимог по вибухо- та пожежобезпеці.

Проведено оцінку класів вибухо- і пожежонебезпечних зон;

Проведено підбір світлотехнічного обладнання та світлотехнічний розрахунок.

Розроблено модель зовнішньої системи освітлення

*Ключові слова: СВІТЛОВИЙ ПРИЛАД, ОСВІТЛЕНІСТЬ, ПРОЖЕКТОР, ЕЛЕКТРИЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ, ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНА ЗОНА*

					<i>КРБ 19–020.00.00.000 ПЗ</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	<i>РЕФЕРАТ</i>	Літ	Арк.	Аркушів
Розроб.		<i>Вурста В.В.</i>				у		
Перевір.		<i>Куземко Н.А.</i>						
Консул.		<i>Куземко Н.А.</i>						
Н.контр.		<i>Вакуленко О.О.</i>						
Зав. каф.		<i>Тарасенко М.Г.</i>				<i>ТНТУ, ФІТ, гр. ЕТс-41</i>		

## ЗМІСТ

Вступ	6
1 Аналітичний розділ	8
1.1 Класифікація вибухо- і пожежонебезпечних зон	8
1.2 Нормативна оцінка класів вибухо- і пожежонебезпечних зон	13
1.3 Оцінка відповідності електрообладнання пожежо- та вибухо- небезпечної зон вимогам ПУЕ і пожежної безпеки	15
2 Проектно–конструкторський розділ	17
2.1 Аналіз вихідних даних та загальна характеристика об’єкту проектування	17
2.2 Вибір світлових приладів за класом вибухозахисту та пожежної безпеки	21
2.3 Вибір нормованих показники середньої горизонтальної освітленості	28
2.4 Вибір перетинів проводів і кабелів за умовами нагріву і захисту	30
3 Розрахунковий розділ	33
3.1 Вибір оптимального розташування світлових приладів	33
3.2 Світлотехнічний розрахунок системи освітлення в промислових приміщеннях	38
3.3 Моделювання зовнішньої системи освітлення	42
3.4 Аналіз отриманих результатів розрахунку	48
4 Безпека життєдіяльності та основи охорони праці	51
4.1 Вимоги до виробничого освітлення та його нормування	51

					<i>КРБ 19–020.00.00.000 ПЗ</i>						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	<i>ЗМІСТ</i>						
Розроб.		<i>Вурста В.В.</i>							Літ	Арк.	Аркушів
Перевір.		<i>Куземко Н.А.</i>							у		
Консул.		<i>Куземко Н.А.</i>							<i>ТНТУ, ФІТ, гр. ЕТс-41</i>		
Н.контр.		<i>Вакулєнко О.О.</i>									
Зав. каф.		<i>Тарасенко М.Г.</i>									

4.2 Контроль за станом охорони праці при експлуатації світлового приладу	54
Загальні висновки	57
Перелік посилань	58

					<i>КРБ 19–020.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

**Актуальність роботи.** В сільськогосподарському виробництві використовуються матеріали, які здатні поширювати горіння або вибухати в суміші з повітрям або іншими газами. Це і рідке паливо двигунів внутрішнього згорання і пари цього палива, і борошняний пил різного походження, сіно, зерно і багато інших речовин. Проектування електрообладнання і електропроводок у вибухо- і пожежонебезпечних зонах має свої особливості. Електрообладнання, що використовується у вибухо- і пожежонебезпечних зонах, повинно мати спеціальне конструктивне виконання і не повинно бути джерелом загорання або вибуху. Електротехнічна промисловість випускає електрообладнання, що має різну ступінь захисту конструктивних частин, здатних бути причиною вибуху або пожежі внаслідок виникнення іскор, перегріву і ін.

Вимоги до електроустаткування, використовуваного у вибухонебезпечних зонах, сформульовані в главі 7.3 Правил улаштування електроустановок (ПУЕ); в пожежонебезпечних зонах - в розділі 7.4 ПУЕ.

ПУЕ припускають наступний порядок вибору електрообладнання і електропроводок. Спочатку проводиться класифікація приміщень і зон електроустановок за ступенем небезпеки ураження електричним струмом. З роз'яснення термінів «вологе приміщення», «особливо сире приміщення» і ін. Починається перший розділ ПУЕ. Визначається наявність на об'єкті, що проектується речовини, здатних вибухати або поширювати горіння. При наявності таких речовин (автомобільне паливо, горючі масла, борошняний пил і ін.) Визначається клас вибухо- або пожежонебезпечних зон, де проектується електрообладнання.

					<i>КРБ 19-020.00.00.000 ПЗ</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	<i>ВСТУП</i>	Літ	Арк.	Аркушів
Розроб.		<i>Вурста В.В.</i>				у		
Перевір.		<i>Куземко Н.А.</i>						
Консул.		<i>Куземко Н.А.</i>						
Н.контр.		<i>Вакулєнко О.О.</i>						
Зав. каф.		<i>Тарасенко М.Г.</i>						
						<i>ТНТУ, ФПТ, гр. ЕТс-41</i>		

Потім визначається категорія та група вибухонебезпечної суміші газів і парів з повітрям по температурі самоzapалювання і проникаючої здатності небезпечних речовин. Далі визначаються вимоги до електроустаткування (їх захисним оболонкам) і електропровідності горілкам (типам провідників і способу прокладки), застосовуваним у вибухо- або пожежонебезпечних зонах.

Крім того в більшості випадків, що стосується сфери освітлення, застосовується світлотехнічне обладнання, яке хоча і є вибухозахищеним, але має низький показники енергоощадності. Тому впровадження нових підходів до проектування такого типу об'єктів є актуальною темою.

Метою кваліфікаційної роботи є: розробка проекту електричного освітлення елеваторного комплексу із врахуванням вимог по вибухо- та пожежобезпеці.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі *завдання*:

- Провести оцінку класів вибухо- і пожежонебезпечних зон;
- Провести підбір світлотехнічного обладнання та проведення світлотехнічних розрахунків
- Розробити модель зовнішньої системи освітлення

**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 – \_\_\_\_\_ арк. формату А4, графічна частина – 5 плакатів формату А1.

					<i>КРБ 19–020.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



# 1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Класифікація вибухо- і пожежонебезпечних зон

Вибухо- і пожежонебезпечні зони є невід'ємною частиною різнотипних сільськогосподарських, промислових, будівельних виробництв, транспортних та інших об'єктів. Застосування електроустановок (ЕУ) на таких об'єктах супроводжується особливими вимогами, спрямованими на ліквідацію можливості вибуху або пожежі, причиною яких була б робота цих ЕУ в нормальних або аварійних режимах. Імовірність вибуху або пожежі залежить від багатьох факторів, одним з основних серед яких являється оборот у виробництві або зберіганні вибухових речовин або речовин, здатних вибухати або займатися при з'єднанні з повітрям або іншими речовинами під дією відкритого полум'я, високих температур і ін.

Одним із завдань щодо забезпечення пожежної безпеки є точне визначення ступеня небезпеки зони застосування ЕУ і визначення розмірів цієї зони (кордонів вибухо- і пожежонебезпечної зони). Від класу вибухо- небезпечної або пожежонебезпечної зони залежать вимоги до ЕУ, необхідність застосування особливих видів захисту, таких як грозозахист, захист від статичного електрики і ін.

Оцінка класу вибухо- або пожежонебезпечної зони застосування ЕУ проводиться за матеріалами глави 7.3 або 7.4 ПУЕ. Безсумнівно, що в сьомому виданні ПУЕ буде введена нова класифікація. Вибухонебезпечним називається простір, в якому є або може утворитися вибухонебезпечні середовища в такій кількості, що можуть знадобитися спеціальні запобіжні заходи, закладені в конструкцію електроустаткування, а також необхідні при

					<i>КРБ 19–020.00.00.000 ПЗ</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	<i>АНАЛІТИЧНА РОЗДІЛ</i>	Літ	Арк.	Аркушів
Розроб.		<i>Вурста В.В.</i>				у		
Перевір.		<i>Куземко Н.А.</i>						
Консул.		<i>Куземко Н.А.</i>						
Н.контр.		<i>Вакулєнко О.О.</i>						
Зав. каф.		<i>Тарасенко М.Г.</i>						
						<i>ТНТУ, ФІТ, гр. ЕТс-41</i>		

його монтажі та в експлуатації. Відповідно, простір, де утворення таке середовище не припустимо називати безпечною зоною.

Вибухонебезпечні зони класифікуються залежно від агрегатного стану вибухонебезпечних і пожежонебезпечних речовин, що утворюють вибухонебезпечне середовище. Призначення класифікації - визначення вимог до безпечного використання ЕУ у вибухонебезпечній зоні.

Дія зазначених глав ПУЕ поширюється на ЕУ, розміщені у вибухонебезпечних зонах усередині і поза приміщеннями, і не поширюється на підземні ЕУ в шахтах, на підприємствах виробництва та зберігання вибухових речовин.

Класифікація вибухонебезпечних зон по ПУЕ-6:

Зони клас В-I - зони, розташовані в приміщеннях, в яких виділяються горючі гази або пари в такій кількості і з такими властивостями, що вони можуть утворити з повітрям вибухонебезпечні суміші при нормальних режимах роботи, наприклад при завантаженні або розвантаженні технологічних апаратів, зберіганні або переливанні ЛЗР, що перебувають в відкритих ємностях, і т.п.

Зони клас В-Ia - зони, розташовані в приміщеннях, в яких при нормальній експлуатації вибухонебезпечні суміші горючих газів або парів з повітрям не утворюються, а можливі тільки в результаті аварій або несправностей і які відрізняються однією з таких особливостей:

1. Горючі гази в цих зонах мають високу концентрацію межею займання (15% і більше) і різким запахом перепадом допустимих концентраціях по ГОСТ 12.1.005-88 (наприклад, машинні зали аміачних компресорних станцій).

2. Приміщення виробництв, пов'язаних з обігом газоподібного водню, крім електромашинних приміщень з генераторами, що мають водневе охолодження.

					<i>КРБ 19-020.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зони клас В-Іг - простору у зовнішніх установок, містять горючі гази або ЛЗР, що примикають до отворів в приміщення з вибухонебезпечними зонами В-І, В-Іа і В-ІІ.

Зони клас В-ІІ - зони, розташовані в приміщеннях, в яких виділяються перехідні у завислий стан горючі пил або волокна, здатні утворити з повітрям вибухонебезпечні суміші при нормованих режимах роботи.

Зони клас В-ІІа - зони, розташовані в приміщеннях, в яких небезпечний стан з волокнами і пилом можливі тільки в результаті аварій або несправностей.

Відповідність класів вибухонебезпечних зон по ПУЕ-6 приведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Відповідність класів вибухонебезпечних зон по Технічному регламенту і ПУЕ-6

Клас зони	0	1	2	20	21	22
Категорія приміщення	В-І	В-І, В-Іг	В-Іа, В-Іг	В-ІІ	В-ІІ	В-ІІа

Зони в приміщеннях і зони зовнішніх установок, у яких тверді, рідкі та газоподібні горючі речовини спалюються як паливо або утилізуються шляхом спалювання, не належать до вибухонебезпечних щодо їх електрообладнання.

Зони, що примикають до вибухонебезпечних і з'єднані з ними дверима або отвором, також вважаються небезпечними і підлягають класифікації. Ця класифікація приведена в таблиці 1.2

Класифікація пожежонебезпечних зон (в ПУЕ-6 і в Технічному регламенті збігаються).

Пожежонебезпечною зоною називається простір всередині і поза приміщеннями, в межах якого постійно або періодично утворюються горючі речовини і в яких вони можуть знаходитися при нормальному технологічному процесі або якщо він порушений.

Таблиця 1.2 - Класифікація вибухонебезпечних зон в суміжних приміщеннях

Клас вибухонебезпечної зони	Клас зони суміжного з вибухонебезпечною приміщення, відокремленого стіною з дверним прорізом
В-I	В-Ia
В-Ia	В-Iб
В-Iб	Не вибухонебезпечна
В-II	В-IIa
В-IIa	Не вибухонебезпечна

Зони клас II-I - зони, розташовані в приміщеннях, в яких утворюються горючі рідини з температурою спалаху вище 61 °С.

Зони клас II-II - зони, розташовані в приміщеннях, в яких виділяються горючі пил або волокна з нижньою межею займання більш 65 г/м<sup>3</sup> до об'єму повітря.

Зони клас II-IIa - зони, розташовані в приміщеннях, в яких утворюються тверді горючі речовини.

Зони клас II-III - зони, розташовані поза приміщенням зони, в яких утворюються горючі рідини з температурою спалаху вище 61 °С або тверді горючі речовини.

Зони за межами 5 м від технологічного обладнання і 3 м для одиничного пожежонебезпечного устаткування, де утворюються горючі речовини, є відкрите полум'я, розпечені частини, що не відносяться в частині їх електрообладнання до пожежонебезпечних.

Визначення меж і класу вибухо- і пожежонебезпечних зон повинно проводитися технологами разом з електриками проектної або експлуатаційної організації. Наявність вибухо- або пожежонебезпечних зон вказується на

					<i>КРБ 19-020.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

робочих кресленнях, на планах силового і освітлювального обладнання і мереж у вигляді прямокутника з позначенням всередині класу зони.

Класифікують приміщення по вибухо- і пожежонебезпеці на основі аналізу складу і кількості небезпечних речовин, що знаходяться в проєктованих зонах. У разі відсутності достовірних даних в навчальних проєктах може бути використана зразкова класифікація зон по таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Приблизний перелік вибухо- і пожежонебезпечних зон технологічний супровід тваринницьких комплексів (для навчального проєктування)

Найменування об'єкта	Основні небезпечні речовини, що знаходяться в обігу	Категорія небезпечних зон об'єкта
Газорозподільні станції, склади зберігання балонного газу	Природний газ	В-І
Фарбувальні ділянки, АЗС	Розпорошені фарби і лаки, пари бензину	В-Іа
Великі млини і комбікормові виробництва	Борошняна або трав'яна пил в великих кількостях	В-ІІ
Авторемонтні підприємства, гаражі, мехмастерская, склади горючих матеріалів	Дизельне паливо, бензин, машинне моторне масло	П-І
Млини, дробарки, тютюну сховища, цехи обробки деревини	Мучна, трав'яна пил в малих кількостях, деревний пил, дерево, суха трава, сухий тютюн	П-ІІ
Корівники, телятники, свинарники з підстилкою із соломи	Сіно, солома, сухі корми	П-ІІа
Склади мінеральних масел, дерева, соломи, сіна, комбікормів	Перераховані складовані речовини	П-ІІІ

## 1.2 Нормативна оцінка класів вибухо- і пожежонебезпечних зон

Оцінка класів вибухо- і пожежонебезпечних зон проводиться згідно глав 7.3 і 7.4 ПУЕ та статтями 17-19 Технічного регламенту (нагадаємо, що класифікація зон в цих документах неоднакова).

Визначення меж класів пожежо- та вибухонебезпечної зони виконується технологами разом з електриками проектної або експлуатаційної організації.

Аналітичну оцінку класів вибухонебезпечної і пожежонебезпечної зони і її розмірів виробляють на основі розрахунку надлишкового тиску вибуху вибухонебезпечної суміші  $\Delta P$ . Порядок розрахунку наступний.

Масу речовини  $M$  кг, що бере участь в утворенні реактивних зон вибухонебезпечних концентрацій, визначають за формулою

$$M = m \cdot Z, \quad (1.1)$$

де  $m$  - маса речовини, яка може бути акумульована в об'ємі приміщення, кг;

$Z$  - коефіцієнт участі горючої речовини у вибуху, який може бути розрахований (для горючих газів і пилу  $Z = 0,5$ , нагрітих до температури спалаху  $Z = 0,3$ , для водню  $Z = 1$ ).

Для речовин групи А (індивідуальні горючі речовини, що складаються з атомів вуглецю, водню, кисню, азоту та галогенів) надлишковий тиск вибуху  $\Delta P$  розраховують за формулою

$$\Delta P = \frac{100m(P_{\max} - P_0)}{V_{\text{зо}} \rho_{\text{zn}} C_{\text{ск}} K_{\text{н}}}, \quad (1.2)$$

					<i>КРБ 19–020.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $P_{\max}$  - максимальний тиск вибуху стехіометричної газоповітряної або пароповітряної суміші в замкнутому об'ємі, кПа (визначається експериментально або за довідковими даними; при їх відсутності приймають  $P_{\max} = 900$  кПа);

$P_0$  - початковий тиск, приймають рівним 101 кПа;

$m$  - маса горючого газу (ГГ) або парів, що потрапили в приміщення в результаті аварії;

$V_{\text{во}}$  - вільний об'єм приміщення, м<sup>3</sup>;

$\rho_{\text{гн}}$  - щільність газу або парів при розрахунковій температурі, кг·м<sup>3</sup>;

$C_{\text{ск}}$  - стехіометрична концентрація ГГ або парів, %;

$K_{\text{н}}$  - коефіцієнт, що враховує негерметичність приміщення і недіабатичність процесу горіння (приймають рівним 3).

Стехіометрична концентрацію горючої речовини визначають за формулою

$$C_{\text{ск}} = \frac{100}{1 + 4,48\beta}, \quad (1.3)$$

де  $\beta$  - стехіометричний коефіцієнт кисню в реакції горіння, що визначається за формулою

$$\beta = n_c + \frac{n_n - n_o}{4} - \frac{n}{2}, \quad (1.4)$$

де  $n_c$ ,  $n_n$ ,  $n_o$ , та  $n$  - число атомів вуглецю, водню, кисню і галогенів в молекулі пального.

					<i>КРБ 19–020.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Щільність пари або газу визначається за формулою

$$\rho = \frac{12,15M}{273 + t_n}, \quad (1.5)$$

де  $t_n$  - розрахункова температура повітря, °С.

Для речовин групи В (суміші та індивідуальні речовини, крім групи А)

$$\Delta P = \frac{mQ_m P_0}{V_{\text{во}} \rho_{\text{zn}} C_n K_n (273 + t_n)}, \quad (1.6)$$

де  $Q_m$  - теплота згоряння речовини, кДж / кг;

$C_n$  - теплоємність повітря, кДж/(кг·К);

$\rho_{\text{zn}}$  - густина повітря до вибуху при початковій температурі, кг/м<sup>3</sup>,  
визначається по формулі

$$\rho_{\text{zn}} = 352 / (273 + t_n). \quad (1.7)$$

### **1.3 Оцінка відповідності електрообладнання пожежо- та вибухо-небезпечної зон вимогам ПУЕ і пожежної безпеки**

Мета оцінки відповідності обладнання - виявити можливі порушення вимог пожежної безпеки та ПУЕ, допущені в проекті, і запропонувати рішення щодо їх усунення.

Основним методом оцінки є зіставлення проектного електрообладнання з необхідним по нормам і правилам.

Послідовність дій повинна бути наступною:

					<i>КРБ 19–020.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1. Визначення класу пожежо- та вибухонебезпечності зони
2. Визначення категорії та групи вибухонебезпечної суміші
3. Аналіз схеми розподілу електроенергії та переліку силового і освітлювального електроустаткування і проводок, марок і перерізу провідників, способів їх прокладання
4. Перевірка правильності пристрої захисного занулення і заземлення електрообладнання
5. Складання висновку про відповідність електрообладнання вимогам пожежної безпеки та ПУЕ з рекомендацією про можливі виправлення помилок проекту

					<i>КРБ 19–020.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Аналіз вихідних даних та загальна характеристика об'єкту проектування

Генеральний план розташування технологічного обладнання елеваторного комплексу, який розташовується у Вінницькій області, Барський район, м Бар, вул. Цукрова, 22 зображено на рис. 2.1.

1. Напруга групової мережі зовнішнього електроосвітлення  $\sim 220$  В.
2. Керування зовнішнім електроосвітленням виконується за допомогою сутінкового вимикача
3. Освітлення території комплексу виконується за допомогою застарілих прожекторів, що розміщуються на технологічних металоконструкціях та світильників із застарілими джерелами світла.
4. Електричні мережі зовнішнього електроосвітлення виконуються :
  - кабелями марки ВВГнг, що прокладаються по технологічним металоконструкціям в металевому лотку;
  - кабелями марки АВББШвнг, що прокладаються в земляних траншеях.
5. Всі металеві неструмоведучі частини електрообладнання , які нормально не перебувають під напругою, підлягають заземленню шляхом приєднання до нульового захисного РЕ -провідника. В якості захисного РЕ-провідника використовувати спеціально передбачену жилу кабелю . Нульовий робочий N-провідник повинен бути ізольований від РЕ-провідника та корпусів електрообладнання .

					<i>КРБ 19-020.00.00.000 ПЗ</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	<i>ПРОЕКТНО- КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ</i>	Літ	Арк.	Аркушів
Розроб.		<i>Вурста В.В.</i>				у		
Перевір.		<i>Куземко Н.А.</i>						
Консул.		<i>Куземко Н.А.</i>						
Н.контр.		<i>Вакулєнко О.О.</i>						
Зав. каф.		<i>Тарасенко М.Г.</i>						
						<i>ТНТУ, ФПТ, гр. ЕТс-41</i>		

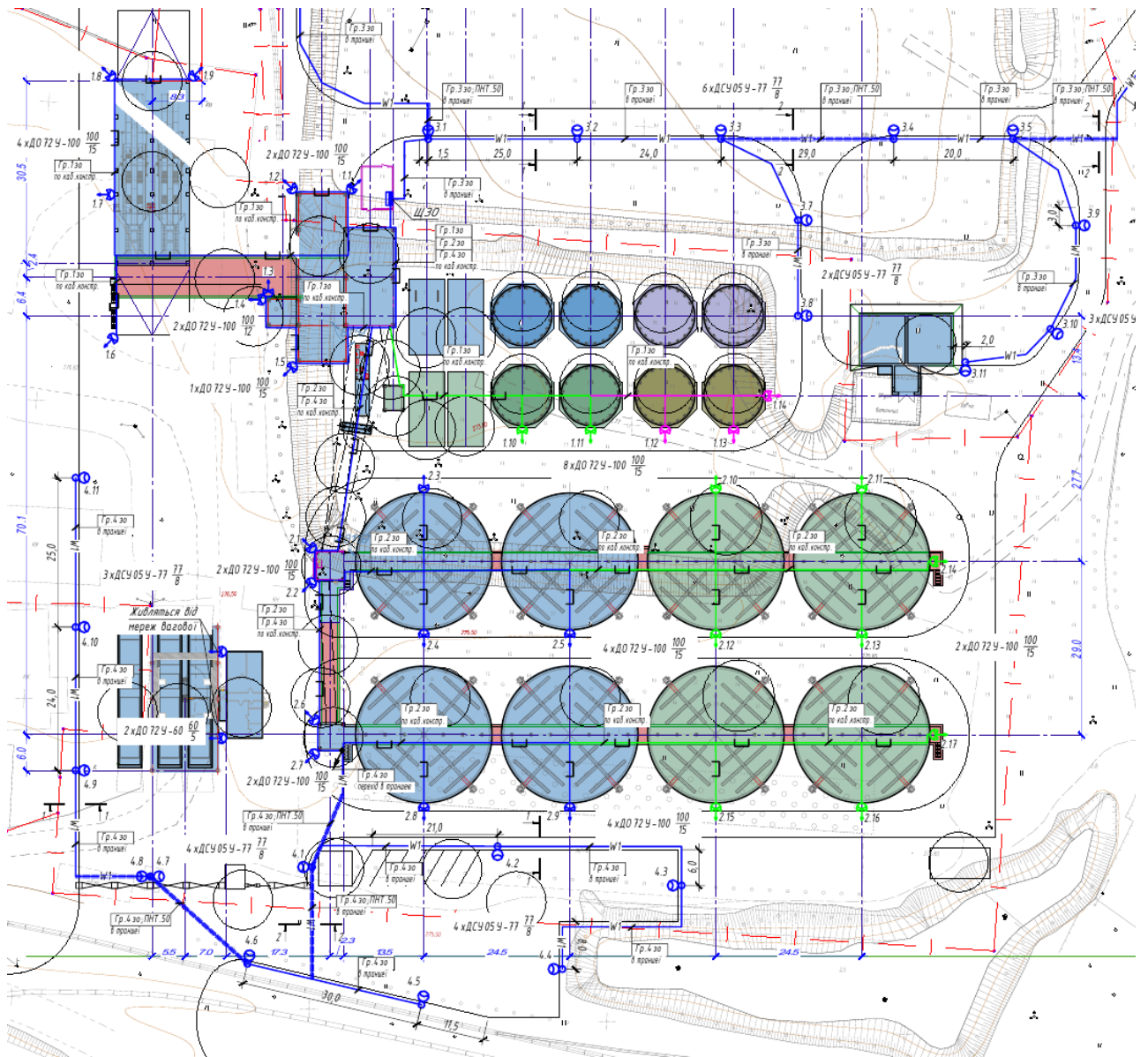


Рисунок 2.1 – Генеральний план елекваторного комплексу який розташовується у Вінницькій області, Барський район, м Бар, вул. Цукрова, 22

У зв'язку із технологією роботи даного об'єкту тут використовуються світлові прилади із відповідними ступенями вибухозахисту та пожежо-безпеки.

У вибухонебезпечних зона в основному використовуються світильники із люмінесцентними лампами типу НСП, які зображено на рис. 2.2.



а)



б)

Рисунок 2.2 – Вибухозахищені світильники типу а) НСП23-001 та б) НСП18ВEx-100-421 із лампами розжарювання

Дані світильники є низько ефективними оскільки в них можуть використовуватися тільки лампи розжарювання, які мають низьку світлову віддачу. Це в свою чергу це збільшує експлуатаційні затрати на електричну енергію освітлювальної установки. Крім того це знижує показники ергономічності системи освітлення, зменшує параметри світлового поля, знижує фотометричні показники.

Із вище наведено, очевидно що система освітлення елеваторного комплексу потребує модернізації. Це можна забезпечити за рахунок використання енергоощадних технологій та застосування сучасних світлових

					<i>КРБ 19–020.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приладів, які дозволяють знизити витрати на електричну енергію, збільшать показники освітлювальної установки і т.д.

Для зовнішнього освітлення застосовуються світильники та прожектори із газорозрядними джерелами світла, які є також застарілими та мають ряд аналогічних недоліків. На рис. 2.3 показано світлові прилади, що застосовуються у систем зовнішнього освітлення даного елеваторного комплексу.



а)



б)

Рисунок 2.3 – Світлові прилади системи зовнішнього освітлення елеваторного комплексу а) вибухозахищений прожектор типу ГО17В2Ех-400-31 У1 із лампою типу МГЛ потужністю 400Вт та б) світильник для зовнішнього освітлення типу Ж КУ16У-150-021 У1 із лампою ДНаТ потужністю 150Вт

Із вище сказаного слідує, що і система зовнішнього освітлення також потребує значної модернізації.

					<i>КРБ 19–020.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.2 Вибір світлових приладів за класом вибухозахисту та пожежної безпеки

Для правильного вибору ефективних світлових приладів проведемо аналіз виробничих приміщень елеваторного комплексу.

Загальний вигляд елеваторного комплексу зображено на рис. 2.4.

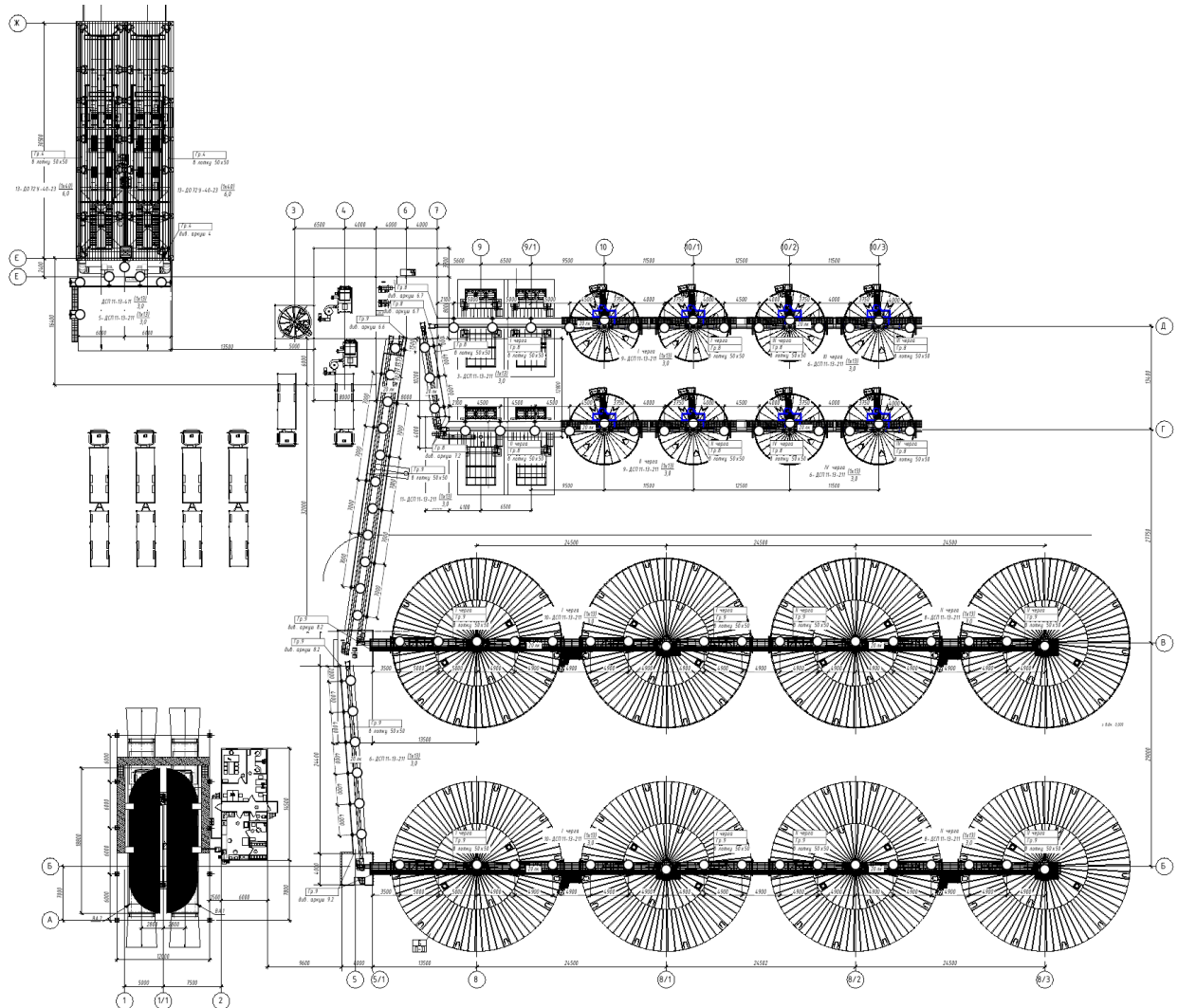


Рисунок 2.4 – План розташування технологічного обладнання елеваторного комплексу в м. Бар, Вінницької області

Одним із невід’ємних елементів елеваторного комплексу є норій ні вишки (або норія). Норія - вертикальна стрічка для транспортування зернових

					<i>КРБ 19-020.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

і порошкових матеріалів, це обладнання є необхідним на зернових і комбикормових підприємствах.

Норія - частина системи робочої будівлі елеватора, яка може перебувати в експлуатації круглий рік. Схематичне зображення норійної вишки показано на рис. 2.5.

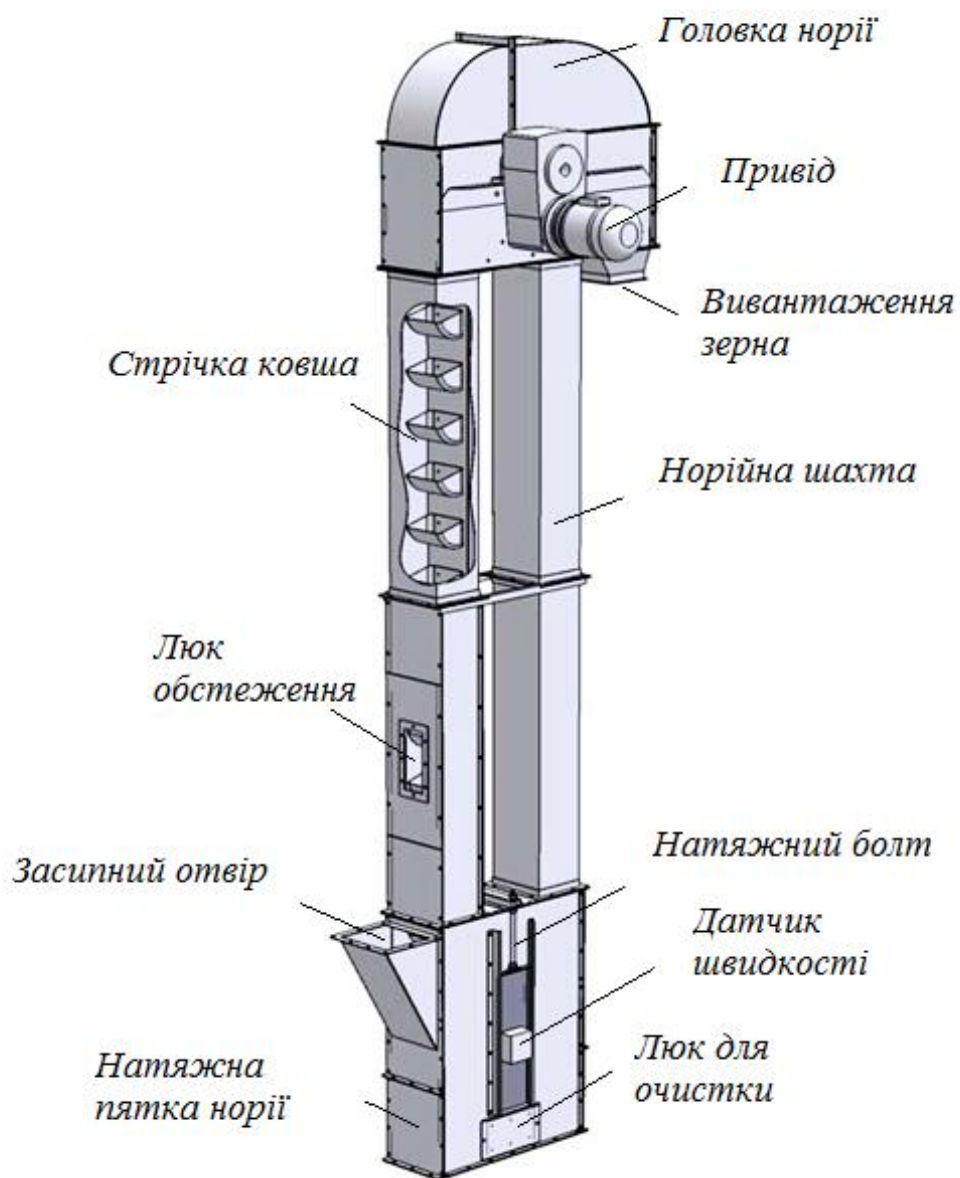


Рисунок 2.5 – Схема складових елементів норії

					КРБ 19-020.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

План норій із габаритними розмірами технологічних приміщень зображено на рис. 2.6 на різних відмітках.

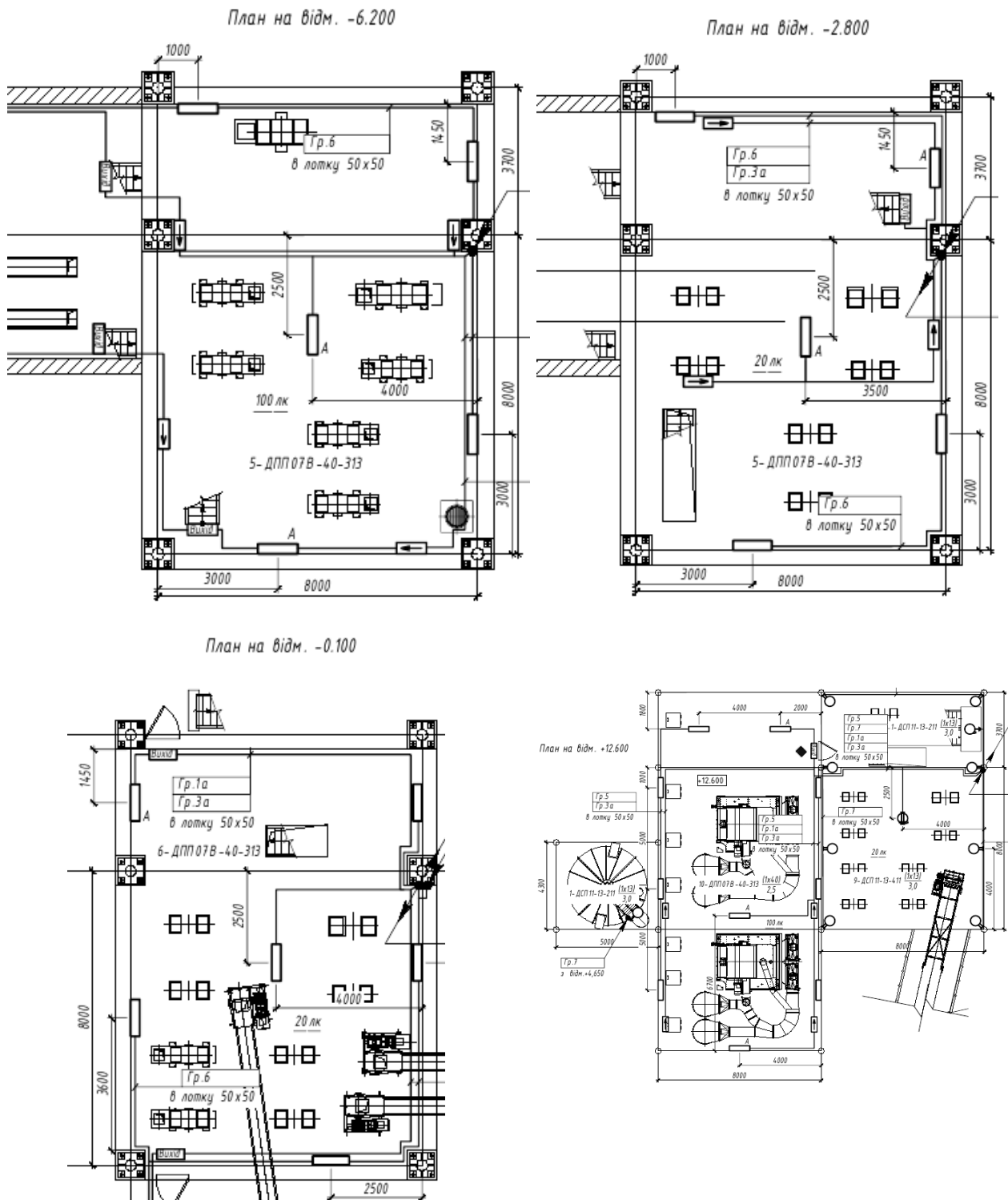


Рисунок 2.6 – План схема норії вишки на відмітках -6.200, -2.800, -0.100 та +12.600



В даного типу приміщення необхідно використовувати світлові прилади із клас вибухобезпеки 22. З точки зору фотометричних показників найбільш раціональним вибором є світильники невеликої потужності 10-40Вт. Виходячи із габаритів приміщень та висоти встановлення світильників вибрано криву сили світла тип Д (косинусну). Вибрані типи світильників зображено на рис. 2.7.



а)



б)

Рисунок 2.7 – Світлодіодні світильники для використання в вибухонебезпечній зоні класу 22 а) світильник типу ДСП11 потужність 9-13Вт б) світильник типу ДПП07В потужністю 20-50Вт

Крім того потрібно відзначити, що світильники типу ДПП07В можуть застосовуватися із блоком аварійного живлення, що дозволить на їх базі реалізувати аварійне освітлення даного об'єкту оскільки, що вимагається згідно ДБН, оскільки категорія об'єкту І.

					<i>КРБ 19–020.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Крім того потрібно передбачити евакуаційне освітлення, що забезпечить евакуацію людей при виникненні аварійних режимів роботи підприємства. Для цього було вибрано світильники типу ДБО02ВСП, які можуть працювати в аварійному режимі до 10 год і мають різноманітні аварійні покажчики (рис. 2.8). Світильники типу ДБО02ВСП можна застосовувати у вибухонебезпечних зонах класу 22.

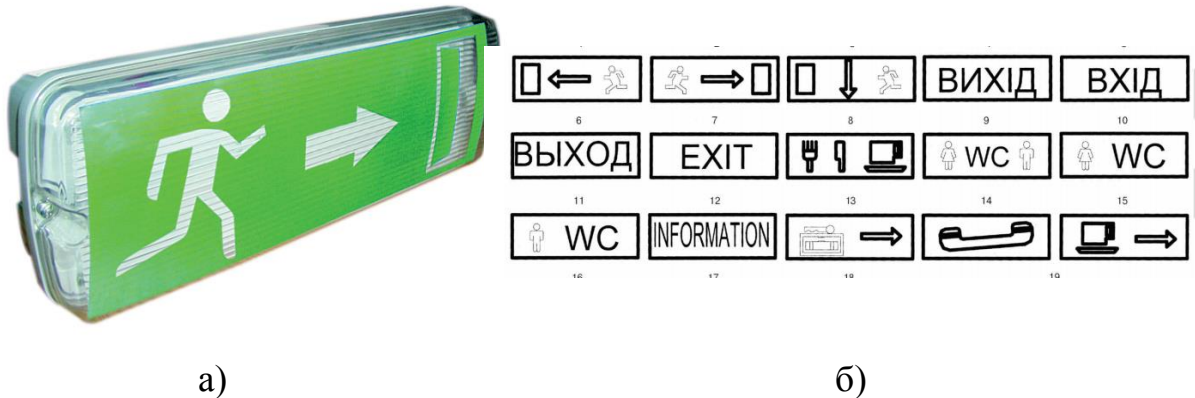


Рисунок 2.8 – Світильник типу ДБО02ВСП для евакуаційного освітлення а) зовнішній вигляд, б) типи інформаційних знаків

Для зовнішнього освітлення території об'єкту було вибрано два типи світлових приладів. Перший тип – це прожектор. Який буде встановлюватися на досить великих висотах 10-20м. За рахунок більш вузького світлорозподілу світлових приладів прожекторного типу ним можна освітити об'єкти, які знаходяться на відносно високій відстані від місця його встановлення. Оскільки для забезпечення вимог вибухозахисту та пожежної безпеки було прийнято рішення вибрати прожектор типу Д072У, який можна використовувати у вибухонебезпечній зоні класу 22, а також у зонах пожежень небезпечних класу П-I та П-II.

Крім цього в чому полягає перевага даного світлового приладу так це те, що вторинна оптика додатково захищена плоским гартованим склом, що підвищує термін експлуатації світлотехнічної арматури.

При встановленні світлових приладів на великих висотах де присутній постійний високий рівень вібрації необхідні спеціальні кріпильні вузли та підвищений клас механічної стійкості. Даний прожектор має клас механічної стійкості М1, М3 та М9, що дозволяє експлуатувати його на конструкціях із вібрацією близькою 30-50 Гц.

Зовнішній вигляд прожектора зображено на рис. 2.9.



Рисунок 2.9 – Прожектор типу Д072У для вибухонебезпечних зон класу 22 та пожежонебезпечних зон класу П-І та П-ІІ із класом механічної стійкості М3

Даний прожектор має досить широкий спектр потужностей від 60 до 200 Вт. За рахунок комбінацій вторинної оптики він забезпечує оптимальні фотометричні показники, а саме кут розсіювання даного прожектора в горизонтальній та вертикальній площинах може вибиратися від 15 до 95°. В

					<i>КРБ 19–020.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

свою чергу це дозволяє забезпечити оптимальний світловий розподіл та створити рів мірний розподіл освітленості на об'єкті.

Для освітлення пішохідних зон та транспортних розв'язок було вибрано світильник для вуличного освітлення типу ДСУ05У. Особливістю даних світильників є те, що вони мають асиметричний світловий розподіл. В поперечній площині кут розсіювання світла складає  $120^\circ$  а в повздовжній  $60-80^\circ$ , тобто в поперечній площині він забезпечує широкий світловий розподіл, а в повздовжній більш концентрований, що дозволяє рівномірно роз приділити світловий потік на горизонтальній поверхні дороги.

Зовнішній вигляд світильника зображено на рис. 2.10.



Рисунок 2.10 – Світильник вуличного типу ДСУ05У

Крім того даний світильник за рахунок своєї світлотехнічної арматури забезпечує виконання вимог ДБН, що захисного кута та сліпучої діє освітлювальної установки. Вигнутий відбивач збільшує захисний кут світильника, оскільки він оснащується світло діодами типу COB, які мають високу складову яскравості у напрямку розташування спостерігача.

					<i>КРБ 19–020.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.3 Вибір нормованих показники середньої горизонтальної освітленості

Вибір основних показників освітленості здійснювався на основі норм ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення».

Для кожного приміщення, що задіяні в технологічному процесі елеваторного комплексу було вибрано нормовані показники освітленості. Дані зведено в таблицю 2.1. Для зручності розрахунків приміщення були відсортовані по відмітках.

Таблиця 2.1 – Нормовані показники освітленості для опорної вишки №1 згідно ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення».

№ п/п	Відмітка	Нормовані показники освітленості		
		Середня горизонтальна освітленість $E_m$ , лк	Мінімальна освітленість $E_{min}$ , лк	Коефіцієнт рівномірності розподілу освітленості $U_0 = E_{min} / E_m$ Не менше
1	-6,100	50	20	0,4
2	-2,800	50	10	0,1
3	+2,200	30	20	0,8
4	+5,700	30	20	0,8
5	+9,200	30	20	0,8
6	+12,700	30	20	0,8
7	+16,200	20	15	0,7
8	+19,700	20	15	0,7
9	23,200	30	10	0,4

Габарити та геометрична конфігурація приміщень представлено на кресленні. В табл. 2.2 показано нормовані показники освітленості по відмітках приміщень для норійної вишки. В загальному на комплексі передбачено 3 норійних вишки для транспортування зернових культур, які є типовими.

Таблиця 2.1 – Нормовані показники освітленості для норійних вишок №1, 2 та 3 згідно ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення»

№ п/п	Відмітка	Нормовані показники освітленості		
		Середня горизонтальна освітленість $E_m$ , лк	Мінімальна освітленість $E_{min}$ , лк	Коефіцієнт рівномірності розподілу освітленості $U_0 = E_{min} / E_m$ Не менше
1	-1,400	30	10	0,3
2	0,000	40	15	0,3
3	+3,700	30	15	0,5
4	+6,900	30	10	0,3
5	+10,100	25	5	0,2
6	+13,300	30	20	0,6
7	+16,500	25	10	0,4
8	+19,700	25	20	0,8
9	+21,900	30	15	0,5
10	+24,950	30	10	0,3
11	+29,000	40	20	0,5

Для освітлення галерей нормованим показником середньої освітленості  $E_m$  буде значення 30 лк. Мінімальна освітленість буде дорівнювати згідно норм ДБН  $E_{\min} = 10$  лк. Коефіцієнти рівномірності розподілу яскравості будуть визначатися за формулами:

$$U_0 = \frac{E_{\min}}{E_m}, \quad (2.1)$$

$$U_d = \frac{E_{\min}}{E_{\max}}. \quad (2.2)$$

Як бачимо додатково введено ще один коефіцієнт рівномірності розподілу освітленості, оскільки оглядові галереї є підвищеним місцем небезпеки і потребують вищого та більш рівномірного освітлення.

Нормовані показник розподілу освітленості в установках зовнішнього освітлення було вибрано аналогічними як і для галерей.

#### 2.4 Вибір перетинів проводів і кабелів за умовами нагріву і захисту

Перетин проводів і кабелів напругою до 1000В за умовою нагріву визначають залежно від розрахункового значення допустимої тривалої навантаження при нормальних умовах прокладки, визначеної як більша величина з двох співвідношень:

- за умовою нагріву тривалим розрахунковим струмом:

$$I_{\text{дон}} \geq I_{\text{мс}}, \quad (2.3)$$

де  $I_{\text{дон}}$  - допустимий струм кабелю або проводу в нормальному режимі, його значення для різних типів провідників наведені в довідниках;

					<i>КРБ 19–020.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$I_{mc}$  - тривалий розрахунковий струм лінії: для відгалуження до одиночного електроприймача - це номінальний струм електроприймача, а для лінії, яка живить групу електроприймачів, - розрахунковий струм лінії.

- за умовою відповідності обраному апарату максимального струмового захисту:

$$I_{доп} \geq k_{зах} I_{зах}, \quad (2.4)$$

де  $I_{зах}$  - струм спрацьовування захисного апарату;

$k_{зах}$  - кратність тривало допустимого струму для проводу або кабелю по відношенню до струму спрацьовування захисного апарату.

Значення  $k_{зах}$  і  $I_{зах}$  визначають з довідкових таблиць в залежності від характеру мережі, типу ізоляції проводів і кабелів, умов навколишнього середовища.

Мережі розділяються на дві групи:

- мережі, які повинні бути захищені від перевантаження і струмів короткого замикання;
- мережі, що захищаються тільки від струмів короткого замикання.

Згідно ПУЕ, захист від перевантаження і струмів КЗ підлягають:

- мережі всередині приміщень, виконані відкрито прокладеними, незахищеними ізолюваними провідниками з горючою ізоляцією;
- мережі всередині приміщень, виконані захищеними провідниками, прокладеними в трубах, у вогнетривких будівельних конструкціях і т.п., в наступних випадках:
  - освітлювальні мережі в житлових і громадських будівлях, а також в пожежонебезпечних виробничих приміщеннях;

					<i>КРБ 19–020.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



- силові мережі, коли за умовами технологічного процесу може виникнути тривале перевантаження;
- мережі всіх видів у вибухонебезпечних приміщеннях незалежно від умов технологічного процесу.

Всі інші мережі захищають від струмів короткого замикання.

У всіх випадках має бути забезпечене надійне відключення захисними апаратами однофазного короткого замикання, що сталося в найбільш віддалених точках мережі. Ця умова виконується, якщо кратність струму однофазного КЗ в мережах з глухозаземленою нейтраллю не менше нормованих значень.

При прокладанні декількох кабелів і більше чотирьох проводів в одній трубі, траншеї, лотку, коробі в розрахункові формули (2.3) та (2.4) вводиться поправочний коефіцієнт на умови прокладання  $k_{\text{прок}}$  :

$$I_{\text{доп}} \geq \frac{I_{\text{мс}}}{k_{\text{прок}}}, \quad (2.5)$$

$$I_{\text{доп}} \geq \frac{k_{\text{зах}} I_{\text{зах}}}{k_{\text{прок}}}, \quad (2.6)$$

З двох умов - (2.3), (2.4) або (2.5), (2.6) - вибирається перетин провідника, яке задовольняє обом. Якщо допустима струмова навантаження, знайдена за умовою відповідності обраному апарату максимального струмового захисту, не збігається з даними таблиць допустимих струмових навантажень, дозволяється застосування провідника меншого перетину. Однак перетин не повинно бути менше необхідного при визначенні допустимого навантаження за умовою нагріву тривалим розрахунковим струмом.

					<i>КРБ 19–020.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 3 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Вибір оптимального розташування світлових приладів

Для всіх робочих місць всередині приміщень і для робочих місць поза приміщеннями, на яких виконується конкретна робота, основними нормованими величинами є освітленість на робочій поверхні, а також яскравість робочої поверхні. Для приміщень житлових, громадських і адміністративно-побутових будівель нормується також коефіцієнт відбиття стін.

Освітленість і яскравість на робочій поверхні характеризують кількісну складову освітлення. Решта нормовані параметри визначають якість освітлення.

Для адміністративних будівель нормується показник дискомфорту. Ця величина залежить від характеру виконуваної роботи і може приймати значення від 15 до 90.

Для розрахунку показника дискомфорту розроблені інженерні методики, які наведені в СП 52.13330.2011.

Наступним нормованим якісним показником освітленості є загальний індекс передачі кольору  $R_a$ , який характеризує рівень відповідності природного кольору тіла до кольору цього тіла при висвітленні його даними джерелом світла.

Прийнята наступна система оцінки якості передачі кольору:

- $R_a > 90$  - відмінне;
- $90 > R_a > 80$  - дуже добре;

					<i>КРБ 19-020.00.00.000 ПЗ</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	<b>РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ</b>	Літ	Арк.	Аркушів
Розроб.		<i>Вурста В.В.</i>				у		
Перевір.		<i>Куземко Н.А.</i>						
Консул.		<i>Куземко Н.А.</i>						
Н.контр.		<i>Вакуленко О.О.</i>						
Зав. каф.		<i>Тарасенко М.Г.</i>						
						<i>ТНТУ, ФПТ, гр. ЕТс-41</i>		

- $80 > Ra > 70$  - добре;
- $70 > Ra > 60$  - задовільне;
- $60 > Ra > 40$  - прийнятне;
- $Ra < 40$  - погане.

Встановлено, що для всіх видів робіт і типів адміністративних приміщень нормується  $Ra$  не нижче 80.

Крім загального індексу передачі кольору, регламентується колірна температура джерел світла  $T_c$ , К. За кольоровості випромінювання все джерела світла розділені на три групи:

- $T_c < 3500$  К - теплі;
- $3500 < T_c < 5300$  К - середні;
- $T_c > 5300$  К - холодні.

Ще одним нормованим параметром освітлення є розподіл яскравості в полі зору - це відношення середнього значення до найменшого значення коефіцієнта природної освітленості (КПО) в межах характерного розрізу приміщення. Залежно від характеру виконуваної роботи співвідношення освітленості на робочому місці і в найближчому оточенні має бути не більше 1: 0,3 - 1: 0,7.

Нормується ще один якісний показник освітлення: коефіцієнт пульсації освітленості  $K_{п},\%$  - критерій оцінки відносної глибини коливань освітленості в результаті зміни в часі світлового потоку при живленні їх змінним струмом.

Нормами встановлено, що глибина пульсацій світлового потоку на робочих місцях не повинна перевищувати 20%, а для деяких видів приміщень - 15%:

- в приміщеннях, обладнаних комп'ютерами - не більше 5%;
- в дитячих дошкільних установах - не більше 10%;
- в установах загальної освіти, початкової, середньої та вищої спеціальної освіти - не більше 10%.

					<i>КРБ 19–020.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З метою максимальної економії електроенергії в нормується питома встановлена потужність освітлювальної установки (з урахуванням втрат в апаратурі включення), поділена на площу освітлюваного приміщення, а також регламентуються параметри джерел світла.

Штучне освітлення підрозділяється на наступні види:

а) робоче - освітлення, що забезпечує нормовані освітлювальні умови (освітленість, якість освітлення) в приміщеннях і в місцях виконання робіт поза будівлями;

б) аварійне - поділяється на освітлення безпеки і евакуаційне освітлення;

в) охоронне - освітлення в неробочий час;

г) чергове - освітлення в неробочий час.

Штучне освітлення може бути двох систем:

а) загальне освітлення - освітлення, при якому світильники розміщують у верхній зоні приміщення рівномірно (загальне рівномірне освітлення) або стосовно до розташування об'єктів (загальне локалізоване освітлення);

б) комбіноване освітлення - освітлення, при якому до загального освітлення додається місцеве;

в) місцеве освітлення - освітлення, додаткове до загального, що створюється світильниками, концентрує світловий потік безпосередньо на робочих місцях.

Застосування одного місцевого освітлення виробничих робочих місць не допускається. Штучне робоче освітлення призначене для створення необхідних умов роботи і нормальної експлуатації будівель і територій. Робоче освітлення слід передбачати для всіх приміщень будівель, а також ділянок відкритих просторів, призначених для роботи, проходу людей і руху транспорту.

У приміщеннях адміністративних будівель, як правило, слід застосовувати систему загального освітлення. Допускається застосування

					<i>КРБ 19–020.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

системи комбінованого освітлення в приміщеннях адміністративних будівель, де виконується зорова робота розрядів А - В. При цьому освітленість від загального освітлення повинна складати не менше 70%.

Існують два способи розміщення світильників загального освітлення: рівномірне і локалізоване. При локалізованому способі питання про вибір місць розташування світильників повинен вирішуватися індивідуально в кожному конкретному випадку залежно від характеру розміщення робочих місць в приміщенні.

При загальному рівномірному освітленні, а по можливості, і при локалізованому освітленні світильники рекомендується розташовувати по вершинах квадратних, прямокутних (з відношенням більшої сторони прямокутника до меншої не більше 1,5) або ромбічних (з гострим кутом ромба, близьким до  $60^\circ$ ) полів.

Для рівномірного розміщення світильників повинні бути відомі розміри, зазначені на рис. 3.1:

$H$  - висота приміщення, м;

$h_p$  – висота розрахункової (робочої) поверхні над підлогою, м (якщо невідома, приймається висота умовної робочої поверхні 0,8-1 м);

$h_c$  – відстань від світильника до перекриття (висота підвісу світильників), м (вибирається в межах 0-1,5 м);

$L$  - відстань між сусідніми світильниками в ряду або рядами світильників (якщо по довжині і ширині приміщення відстані різні, то вони позначаються  $L_A$  і  $L_B$ );

$H_p$  - розрахункова висота від робочої поверхні до світильника, м;

$l$  - відстань від крайніх світильників або рядів світильників до стіни, м (приймається  $0,3 \dots 0,5L$  в залежності від наявності поблизу стін робочих місць);

$A$  - довжина приміщення, м;

$B$  - ширина приміщення, м.

					<i>КРБ 19–020.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

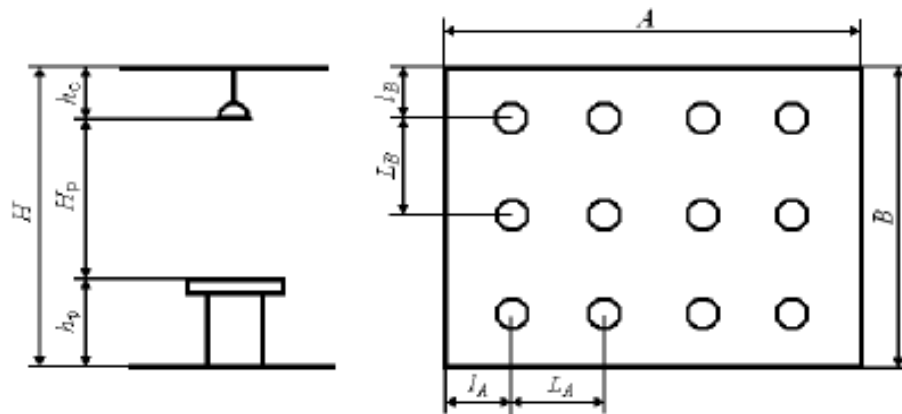


Рисунок 3.1 - Рівномірне розміщення світильників в приміщенні

Підвищення енергетичної ефективності освітлювальних установок за рахунок локалізованих або нерівномірних схем має місце в тих випадках, коли використання рівномірного розміщення призводить до значного відхилення розрахункової освітленості від нормованої.

На рис. 3.2 представлені схеми найбільш ефективного локалізованого розміщення світильників відповідно до рекомендацій Міжнародної комісії з освітлення. Тут  $L$  - ширина прольоту;  $l$  - крок колон;  $A$  - відстань від крайнього ряду світильників до ряду колон або до стіни.

Найбільш часто використовується двох (рис. 3.2, а), трьох (рис. 3.2, б), а іноді чотирирядною (рис. 3.2, в) розміщення світильників в прольоті, причому в деяких випадках світильники в ряду можуть бути здвоєні або навіть побудовані (схеми 2, 3, 5, 6).

Наведені схеми розміщення світильників 2, 3, 7, 8 і аналогічні їм можуть бути умовно названі рівномірними, так як характеризуються рівномірним прямокутним розміщенням світильників. Часто застосовується шахове розміщення, представлене на схемах 4, 5, 6, 9 і аналогічних. Припустимо введення (практично без шкоди для нерівномірності розподілу освітленості) поздовжньої неоднорідності в розміщенні світильників, що дозволяє отримати нові схеми, перспективні в плані вирішення поставленого завдання.

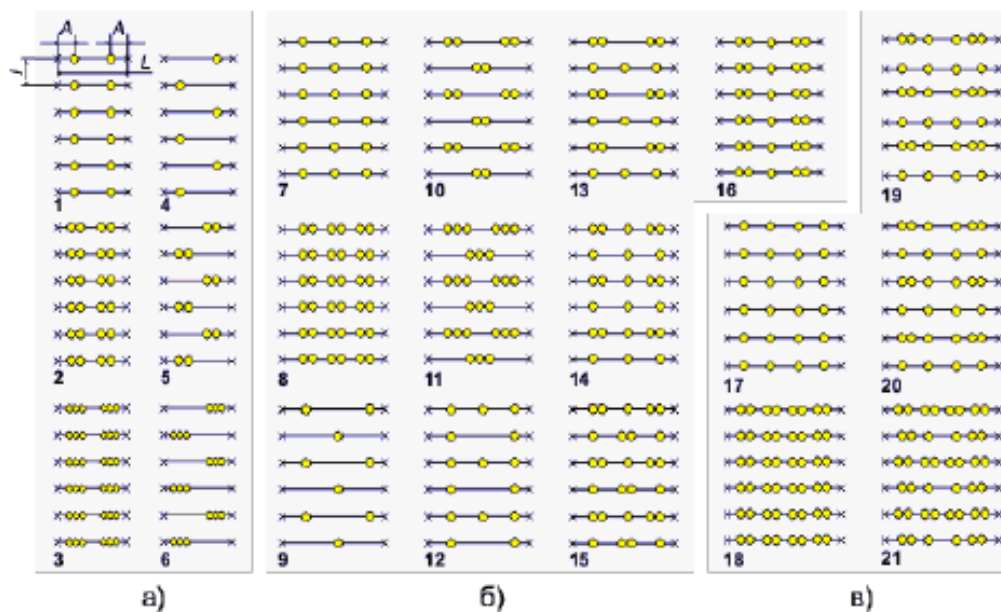


Рисунок 3.2 - Схеми ефективного локалізованого розміщення світильників в приміщенні

Специфічною особливістю таких схем є різна кількість світильників в сусідніх модулях за рахунок різних відстаней між світильниками в рядах (схеми 9-16 і 19-21). Наявність таких схем, які можуть бути названі нерівномірними, дозволяє отримати способи розміщення, що призводять в середньому до дробового числа світильників на модуль.

### 3.2 Світлотехнічний розрахунок системи освітлення в промислових приміщеннях

Визначте вихідні дані для розрахунку:

- 1) геометричні параметри приміщення
- 2) характер навколишнього середовища в приміщенні відповідно до ПУЕ:
  - запилене промислове приміщення (IP65);
  - пожежонебезпечність П-I та П-II;

- клас вибухонебезпечних зон 22.

Попередній вибір типу світлових приладів проведено а розділі 2. Тип кривої сили світла для даних світильників наведено на рис. 3.3.

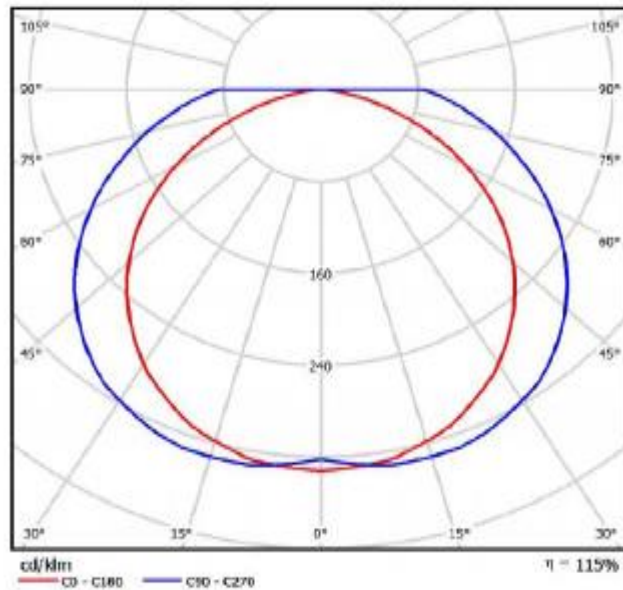


Рисунок 3.3 - КСС типу Д, характерна для світильників типу ДСП07 та ДСП11

Визначення розрахункової робочої висоту від умовної робочої поверхні до світильника, м:

$$h = H - (h_c - h_p). \quad (3.1)$$

Індекс приміщення визначається:

$$i = \frac{AB}{h(A+B)}. \quad (3.2)$$

Визначення світлотехнічні параметри приміщення. Коефіцієнти відбиття стелі, стін і робочої поверхні представлені в - табл. 3.1 та 3.2.

					<i>КРБ 19–020.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Таблиця 3.1 - Приблизні значення коефіцієнтів відбиття стін і стелі

Характер поверхні, що відбиває	Коефіцієнт відбивання, %
Побілений стелю; побілені стіни з вікнами, закритими білими шторами	70
Побілені стіни при відкритих вікнах; побілений стелю в сирих приміщеннях; чистий бетонний і світлий дерев'яна стеля	50
Бетонну стелю в брудних приміщеннях; дерев'яний стеля; бетонні стіни з вікнами; стіни, обклеєні світлими шпалерами	30
Стіни і стелі в приміщеннях з великою кількістю темного пилу; суцільне скління без штор; червоний цегла оштукатурена; стіни з темними шпалерами	10

Таблиця 3.2 - Коефіцієнт використання світлового потоку світильників

КСС	М								Д								Г																			
	70				50				30				0				70				50				30				0							
Рп, %	50		30		50		30		10		0		50		80		50		30		10		0		50		30		50		30		10		0	
Рс, %	30	10	30	10	10	10	0	30	10	30	10	10	10	0	30	10	0	30	10	30	10	10	10	0	30	10	30	10	10	10	0					
Рр, %	Коефіцієнт використання, %																																			
i																																				
0,5	28	28	21	21	25	19	15	13	36	35	30	30	34	28	25	22	58	57	55	53	57	53	49	47												
0,6	35	34	27	26	31	24	18	17	43	42	35	34	40	33	28	27	68	65	62	60	64	60	57	56												
0,7	41	39	32	31	39	31	25	24	48	47	41	39	45	38	33	31	74	69	68	64	69	64	66	60												
0,8	49	46	38	36	43	36	29	28	54	51	45	43	49	43	37	36	78	73	72	69	72	69	56	64												
0,9	51	48	40	39	46	39	31	30	57	55	48	46	52	46	41	39	81	75	75	72	75	72	70	67												
1,0	54	50	43	41	48	41	34	32	60	57	52	50	55	49	45	42	84	78	78	75	77	74	72	70												
1,1	56	52	46	43	50	43	35	33	64	60	55	52	58	51	47	44	87	81	80	77	79	76	74	72												
1,25	59	55	49	46	53	45	38	35	69	63	60	56	61	55	50	48	90	83	84	79	82	79	16	75												
1,5	64	59	53	50	56	49	42	39	73	69	67	62	67	61	55	53	94	86	88	83	85	82	79	78												
1,75	68	62	57	53	60	53	45	42	79	72	71	66	70	65	60	57	97	88	92	85	86	85	82	80												
2,0	73	65	61	56	63	56	48	45	83	75	75	69	73	68	64	61	99	90	95	88	88	87	84	82												
2,25	76	68	65	60	66	59	51	48	86	77	79	73	76	71	66	64	101	92	97	90	90	88	85	83												
2,5	79	70	68	63	68	61	54	51	89	80	82	75	78	73	69	66	103	93	99	91	91	89	87	85												
3,0	83	75	73	67	72	65	58	55	93	83	86	79	81	77	73	71	105	94	102	92	93	91	80	86												
3,5	87	78	77	70	75	68	61	59	96	86	90	82	83	80	76	73	107	95	104	94	94	93	90	88												
4,0	91	80	81	73	78	72	65	62	99	88	93	84	85	83	79	76	109	95	105	94	94	94	91	89												
4,5	95	83	86	77	80	75	69	65	105	90	98	88	88	85	81	79	111	97	108	95	96	95	92	90												

Коефіцієнт запасу при розрахунку, що враховує зниження освітленості в процесі експлуатації світлодіодного освітлювального приладу, приймається  $K_3 = 1,4$ .

Визначте відстань між світильниками  $L$ , м:

$$L = \lambda H_p. \quad (3.3)$$

Відстань  $l$  від крайніх світильників до стіни приймається  $0,3L-0,5L$  в залежності від наявності робочих місць біля стін.

Число світильників в ряду:

$$N_R = \frac{A - 2l}{L} + 1. \quad (3.4)$$

Число рядів визначається за формулою:

$$R = \frac{B - 2l}{L} + 1, \quad (3.5)$$

- реальна відстань між рядами світильників:

$$L_B = \frac{B - 2l}{R - 1}, \quad (3.6)$$

- реальна відстань між центрами світильників в ряді:

$$L_A = \frac{A - 2l}{N_R - 1}. \quad (3.7)$$

					<i>КРБ 19–020.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для прямокутних приміщень повинна виконуватися умова:

$$1 \leq \frac{L_A}{L_B} \leq 1,5. \quad (3.8)$$

Загальна кількість точкових світильників в промисловому приміщенні визначається згідно формули:

$$N_{CB} = RN_R. \quad (3.9)$$

Розрахунковий світловий потік світильника визначається за формулою:

$$\Phi_{CB} = \frac{E_H K_3 F_z}{N \eta_{OV}}. \quad (3.10)$$

Дану формулу можна використати для визначення світлового потоку світильника, який дозволить забезпечити нормовані показники освітлення. Вибирається світильник з найближчим більшим значенням світлового потоку.

### 3.3 Моделювання зовнішньої системи освітлення

Зовнішнє освітлення промислового підприємства вирішує кілька важливих завдань, з яких можна виділити три основних: видимість, зоровий комфорт і безпека руху транспорту. В Україні, в східній Європі спеціальні дослідження, спрямовані на вивчення впливу показників якості освітлення на ці три складові проводилися рідко. Однак в західній Європі такі дослідження ведуться вже більше 80 років. Видимість більшості критичних елементів буде забезпечена, якщо дотримані світлотехнічні рекомендації до пристроїв освітлювальних установок, викладені в публікаціях Міжнародної комісії з

					<i>КРБ 19–020.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

освітлення (МКО). Рекомендації комісії коригуються в сторону збільшення нормативів. Дослідження також показують, що освітлення, що створюється автомобільними приладами недостатньо для того, щоб забезпечити видимість всіх критичних елементів. Вітчизняні нормативні документи передбачають норми кількісних і якісних показників зовнішнього освітлення. Однак ці норми вже застаріли і потребують переробки. За кордоном кількісні показники освітлення збільшуються, з'являються нові якісні показники, що характеризують ефективність освітлення. Так для характеристики якості розподілу яскравості (або освітленості) в нормах використовується так званий показник рівномірності який було описано ще в другому розділі. Крім того, окремі інструкції і норми вимагають ще ряд характеристик і обмежень, для виконання яких потрібно трудомісткі і численні розрахунки. Тому, в цьому випадку, на перше місце виходять світлотехнічні розрахунки. Використовувана дотепер методика розрахунку, в основному, була пристосована до ручного обчислення і тому містила суттєві допущення і спрощення, а виникаючі при цьому похибки практично не піддаються оцінці. Виникла задача моделювання освітлення зовнішніх освітлювальних установок. Для просторового моделювання були використанні моделі кривих сили світла світильників зовнішнього освітлення.

Важливим завданням є також отримання залежностей, що пов'язують кути напрямку сили світла в меридіональних і екваторіальних площинах від координат розрахункової точки [6]. Розрахункова схема освітлювальної установки зовнішнього освітлення представлена на рис. 3.4.

На рис. 3.4  $h$  - висота опори,  $l$  - довжина кронштейна, а  $\gamma$  - кут нахилу кронштейна до горизонту. Розмістимо початок декартової системи координат в проекції світильника на горизонтальну площину. Вісь  $Oy$  направимо від світильника перпендикулярно, а вісь  $Oz$  направимо на світильник. Напрямок осі  $Ox$  виберемо так, щоб осі утворювали праву систему координат. У вибраній системі координат світильник знаходиться в точці  $C$  з координатами:

					<i>КРБ 19–020.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C(0,0,H), \quad (3.11)$$

де  $H = h + l \sin \gamma$  - висота встановлення світильника чи прожектора.

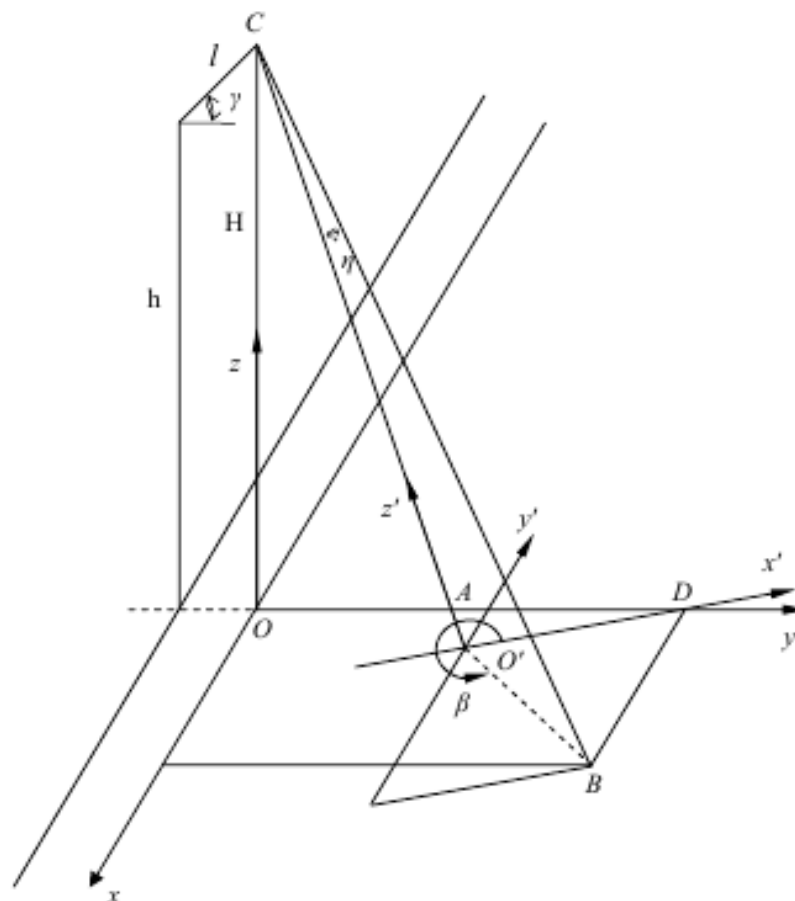


Рисунок 3.4 - До розрахунку кутів в меридіональній і екваторіальній площинах

Зауважимо, що вісь світильника перетинає вісь  $Oy$  в точці  $A$  з координатами:

$$A(0, y_A, 0), \quad (3.12)$$

де  $y_A = H \cdot \operatorname{tg}(\alpha)$ . Звідси отримуємо параметричне представлення осі світильника  $CA$ :

$$\begin{cases} x = 0 \\ y = y_A t \\ z = H(1-t) \end{cases} \quad (3.13)$$

Виведемо формули для розрахунку кутів  $\alpha$  і  $\beta$  для точки

$$B(x_B, y_B, 0). \quad (3.14)$$

Для цього побудуємо площину, що проходить через точку  $B$  і перпендикулярну осі  $CA$ . Її рівняння:

$$y_A y - Hz - y_A y = 0. \quad (3.15)$$

Побудована площину перетинає вісь  $Oy$  в точці

$$D(0, y_B, 0). \quad (3.16)$$

Знайдемо точку перетину осі  $CA$  з цією площиною. Для цього підставимо (3,15) в (3.13), тоді отримаємо:

$$t = \frac{y_A y_B + H^2}{y_A^2 + H^2}.$$

Звідси отримуємо координати точки перетину:

					<i>КРБ 19–020.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$O' \left( 0, \frac{y_A (y_A y_B + H^2)}{y_A^2 + H^2}, \frac{H (y_A^2 - y_A y_B)}{y_A^2 + H^2} \right). \quad (3.17)$$

Кути  $\alpha$  і  $\beta$  є кутами полярної системи координат, пов'язаної з наступними осями. Вісь абсцис  $O'x'$  проходить через точки  $O'$  і  $D$ , вісь аплікату  $O'z'$  збігається з віссю СП, а вісь ординат  $O'y'$  визначається так, щоб система координат була правою.

Величина  $\beta$  визначає кут між векторами  $O'D$  і  $O'B$  і відкладається проти годинникової стрілки. Визначимо косинус кута  $\beta$  через скалярний добуток цих векторів:

$$\cos \beta = \frac{\langle \overrightarrow{O'D}, \overrightarrow{O'B} \rangle}{\| \overrightarrow{O'D} \| \cdot \| \overrightarrow{O'B} \|}.$$

Підставляючи координати початків і кінців векторів (3.14), (3.16), (3.17), шляхом перетворень отримуємо:

$$\cos \beta = \frac{H (y_B - y_A)}{\sqrt{H^2 (y_B - y_A)^2 + x_B^2 (H^2 + y_A^2)}}.$$

Зручно ввести безрозмірні координати  $X_B = x_B / H$ ,  $Y_B = y_B / H$ ,  $Y_A = y_A / H$ . Згідно цих позначень:

$$\cos \beta = \frac{Y_B - Y_A}{\sqrt{(Y_B - Y_A)^2 + X_B^2 (1 + Y_A^2)}}.$$

					<i>КРБ 19–020.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді

$$\beta = -\frac{|X_B|}{X_B} \arccos \frac{Y_B - Y_A}{\sqrt{(Y_B - Y_A)^2 + X_B^2 (1 + Y_A^2)}}. \quad (3.18)$$

Розглянемо кут  $\eta$ , який визначає кутову відстань між віссю і напрямком з точки світильника на точку В. Кут  $\alpha$  обраний так, що  $\alpha = 3\pi / 2 + \eta$  (нульовому значенню  $\eta$  відповідає  $\alpha = 3\pi / 2$ ). Тоді

$$\alpha = \frac{3\pi}{2} + \arccos \frac{1 + Y_B Y_A}{\sqrt{(1 + X_B^2 + Y_B^2)^2 (1 + Y_A^2)}}. \quad (3.19)$$

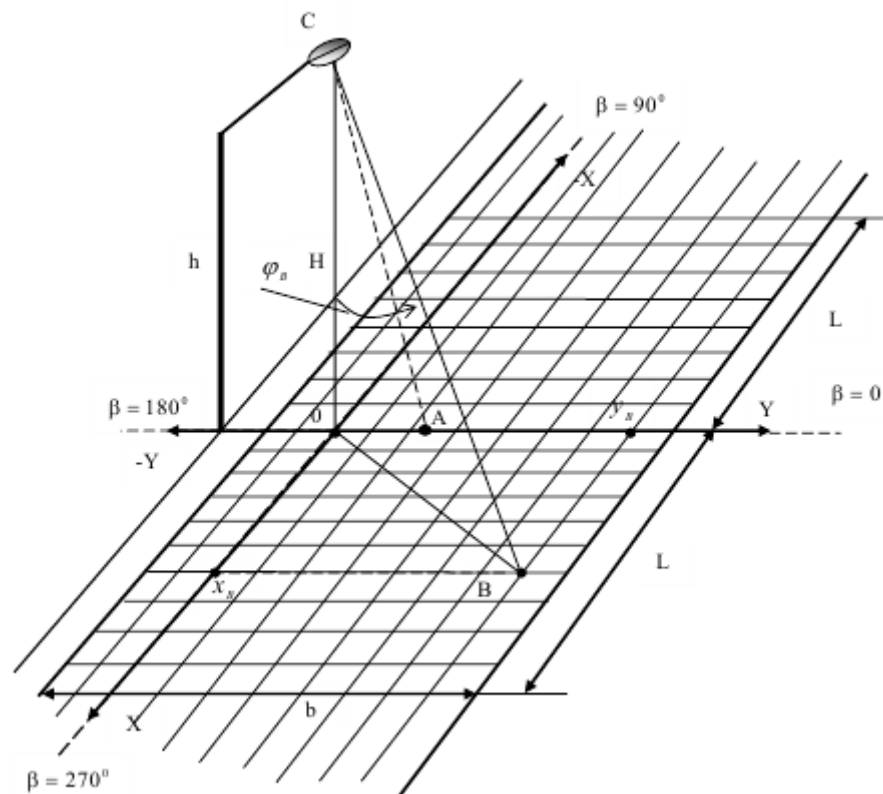


Рисунок 3.5 - Побудова моделі освітлення дорожнього покриття



Отримані залежності (3.18) і (3.19) дозволили отримати направлення сили світла в задану точку, відповідно в екваторіальних і меридіональних площинах, причому враховувався і кут нахилу світильника до горизонту. Дані вирази можна використати при розрахунку освітлення на обчислювальних машинах відповідно до моделі освітлення горизонтальної площини рис. 3.5.

### 3.4 Аналіз отриманих результатів розрахунку

Для зручності аналізу отриманих результатів було побудовано таблиці розрахункових значень (табл. 3.3)

Таблиця 3.3 – Розрахункові значення отриманих результатів внутрішнього освітлення

Приміщення	Тип СП	К-ть, шт	$P$ , Вт	$I_{роз}$ , А	Тип кабелю	$E$ , лк	$E_{норм}$ , лк
Підсилусна галерея	ДПП07В-40-313	22	880	4,2	ВВГнг3 x2,5	43	40
Підземна галерея №1 НВ №3 та ОП№1	ДПП07В-40-313	14	560	5,7	ВВГнг3 x2,5	30	30
Автомобілерозвантажувач	ДСП11-13-411	86	1118	5,4	ВВГнг3 x2,5	28	20
Приміщення сепараторів та скальператорів	ДПП07В-40-313	19	760	3,6	ВВГнг3 x2,5	46	40
Підземна галерея №2; Норійна вишка №1 (з відм. -0,100 та нижче	ДПП07В-40-313	24	960	4,6	ВВГнг3 x2,5	20	20

Продовження таблиці 3.3

Норійна вишка №1 (з відм. +4,650 та вище)	ДСП11-13-411	89	1157	5,5	ВВГнгЗ х2,5	35	30
Галереї над хоперами; Освітлення під хоперами	ДСП11-13-411	49	637	3,1	ВВГнгЗ х2,5	26	20
Галереї над силосами; ТГ№1; ТГ№2; ТГ№3;	ДСП11-13-411	64	832	4,0	ВВГнгЗ х2,5	22	20
Норійна вишка №2	ДСП11-13-411	40	511	2,5	ВВГнгЗ х2,5	35	30
Норійна вишка №3 та опорна вишка №1 (вище нуля)	ДСП11-13-411	47	611	2,9	ВВГнгЗ х2,5	39	30
Норійна вишка №1; Підземна галерея №2; Завальні ями АР	ДПП07В-40-313	16	660	2,2	ВВГнгЗ х2,5	28	20
Норійна вишка №3; Опорна вишка №1; Підсилосні галереї	ДПП07В-40-313	20	800	3,8	ВВГнгЗ х2,5	23	20

Зовнішнє освітлення було поділено на 4 групи. Більше детальна інформація наведена на кресленні

Таблиця 3.4 – Розрахункові значення отриманих результатів зовнішнього освітлення

Групи	Тип СП	К-ть, шт	$P$ , Вт	$I_{роз}$ , А	Тип кабелю	$E$ , лк	$E_{норм}$ , лк
Група 1	ДО72У- 100-04	14	1400	6,7	ВВГнг 3х4	21	20
Група 2	ДО72У- 100-04	17	1700	8,1	ВВГнг 3х6	28	20
Група 3	ДСУ05У- 77-315	16	1232	5,9	ВВГнг 3х6	26	20
Група 4	ДСУ05У- 77-315	11	847	4,1	ВВГнг 3х6	22	20

Із отриманих результатів слідує, що система освітлення відповідає нормованим показникам.

					<i>КРБ 19–020.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

### 4.1 Вимоги до виробничого освітлення та його нормування

Серед чинників зовнішнього середовища, що впливають на організм людини в процесі праці, світло займає одне з перших місць. Адже відомо, що майже 90% всієї інформації про довкілля людина одержує через органи зору.

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

Під час здійснень будь-якої трудової діяльності втомлюваність очей, в основному, залежить від напруженості процесів, що супроводжують зорове сприйняття.

Освітленість на робочому місці повинна відповідати характеру зорової роботи, тобто не нижче встановлених норм:

$$E_{\text{фак}} = (0,9 - 1,2) \text{ лк.}$$

Збільшення цього показника (до визначеної межі) підвищує продуктивність праці (оптимальна освітленість підвищує продуктивність праці на 15%).

Необхідно забезпечити рівномірний розподіл яскравості на робочій поверхні, а також у межах оточуючого простору для цього необхідно

					<i>КРБ 19–020.00.00.000 ПЗ</i>			
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата	<b>БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ</b>	Літ	Аркуш	Аркушів
Розроб.		<i>Вурста В.В.</i>				у		
Перевір.		<i>Куземко Н.А.</i>						
Консул.		<i>ГуржОЯ</i>						
Н.контр.		<i>Вакуленко О.О.</i>						
Зав. каф.		<i>Тарасенко М.Г.</i>						
						<i>ТНТУ, ФПТ, гр. ЕТс-41</i>		

враховувати коефіцієнт нерівномірності освітлення:

$$Z = E_{max} / E_{min}.$$

Нерівномірність освітлення у зоні розміщення робочого місця має бути 1,5 для робіт I - III розряду зорових робіт з використанням люмінесцентних ламп, 2- при інших джерелах 1,8 та 3 для робіт IV - VII та VIII розрядів відповідно.

На робочій поверхні повинні бути відсутні різкі тіні, що спотворюють форму об'єктів. Ця умова забезпечується завдяки використанню світильників з матовим склом.

В полі зору повинна бути відсутня пряма та відбита яскравість, що приводить до погіршення видимості об'єктів. Для обмеження сліпучої дії світильників загального освітлення їх встановлюють на визначеній висоті над рівнем підлоги, або використовують освітлювальну арматуру з відповідним захисним кутом, або арматуру: що розсіює світло. Щоб обмежити відбиту яскравість, при освітленні блискучих поверхонь (глянцевий папір, екран дисплея) треба встановлювати світильники з регульованим направленням світлового потоку чи з розсіювачами світла.

Величина освітленості має бути постійною у часі. Для цього стабілізують напругу живлення, жорстко кріплять світильники, застосовують спеціальні вклучення світильників.

Для створення правильної кольоропередачі обирають джерела світла з спектром близьким до природнього.

Всі елементи світлових установок не повинні створювати небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Слід виключити або зводити до мінімуму шум, теплові виділення, небезпеку враження струмом, пожежо- та вибухонебезпечність світильників.

З метою кращих для зору умов роботи кількість та якість освітлення

					<i>КРБ 19-020.00.00.000 ПЗ</i>	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

слід пов'язати з кольоровим оточенням. Світле фарбування інтер'єру, завдяки збільшенню кількості відображеного світла, дозволяє збільшити рівень освітленості при тій же потужності світла. Окрім того, зменшуються різкі тіні, знижуються світлові контрасти між світильниками та поверхнями, на яких вони розміщені.

Величина пульсації газорозрядних ламп, що живляться від мережі змінного струму, має бути обмежена. Допустимий коефіцієнт пульсації не повинен перевищувати 10-20%.

Світлотехнічні установки мають бути надійні, зручні, прості у експлуатації, економічні та естетичні.

Нормування виробничого освітлення. Вибір нормованих параметрів, проектування та розрахунок освітлення здійснюються згідно ДСНЗ.3.6.042-99 "Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень". Згідно цих норм є 8 розрядів зорових робіт.

Розряд зорових робіт залежить від мінімального розміру об'єкта розглядання. Перші п'ять мають підрозряди (а, б, в, г), які визначаються фоном та контрастністю об'єкта з фоном.

Внаслідок непостійності природного освітлення протягом дня та пори року, кількісна оцінка цього виду освітлення здійснюється у залежності від розряду зорових робіт по коефіцієнту природного освітлення (КПО).

КПО визначається відношенням (у відсотках) освітленості в даній точці у середині приміщення до одночасно вимірної зовнішньої горизонтальної освітленості, що створюється світлом відкритого небосхилу:

Прийнято роздільне нормування КПО для бокового та верхнього освітлення. В приміщенні, що освітлюється тільки боковим світлом, нормується мінімальне значення КПО у межах робочої зони, яке має бути забезпечено у точках, найбільш віддалених від вікон. В приміщенні з верхнім або комбінованим освітленням нормується середнє значення КПО у межах робочої зони.

					<i>КРБ 19-020.00.00.000 ПЗ</i>	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

Для штучного освітлення нормується абсолютне значення рівня освітленості на робочих поверхнях у виробничих приміщеннях, також залежно від розряду зорових робіт, фону, контрасту об'єкта з фоном та системи освітлення.

При визначенні норми освітленості необхідно враховувати ряд умов, викликаючих необхідність підвищення або зниження рівня освітленості. Норми освітленості слід підвищувати, при виконанні робіт I-IV розряду, якщо напружена зорова робота виконується на протязі всього робочого дня. Де виконуються роботи малої та середньої точності, при короткочасному перебуванні людей, норму освітленості у приміщеннях слід знижувати.

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

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 2 лк в середині будинку і 1 лк на відкритих територіях. Найменша освітленість на підлозі, землі або сходах при аварійному освітленні для евакуації людей повинна бути в приміщеннях 0,5 лк, а на відкритих територіях 0,2 лк.

#### **4.2 Контроль за станом охорони праці при експлуатації світлового приладу**

Правильна експлуатація установок штучного освітлення має значення для створення раціональних умов освітлення, забезпечення потрібних величин освітленості без додаткових затрат енергії. В установках з газорозрядними лампами необхідно слідкувати за справністю схем включення (не повинно

					<i>КРБ 19–020.00.00.000 ПЗ</i>	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

бути видимих оку миготінь ламп), а також пускорегулюючих апаратів, про несправність яких можна судити по значному шуму дроселів.

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

Своєчасно повинна проводитись заміна перегорівших ламп, яка здійснюється двома способами: індивідуальним – замінюється лампа після виходу її із ладу і груповим – через певний проміжок одночасно замінюються всі лампи (ДНаТ через 7500 год., люмінесцентні лампи 40 Вт – через 8000 год., люмінесцентні лампи 65-80 Вт – через 6300 год.)[10].

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

Основним приладом для вимірювання освітленості є об'єктивний люксметр Ю-16, заснований на принципі вимірювання фотоструму. Отримана фактична освітленість повинна бути більша або рівна нормованій освітленості, помноженій на коефіцієнт запасу. При невиконанні цього співвідношення освітлювальна установка непридатна для подальшої експлуатації і потребує реконструкції або капітального ремонту.

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

Оперативне обслуговування освітлювальної установки виконується оперативним персоналом.

					<i>КРБ 19–020.00.00.000 ПЗ</i>	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		



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

Заміна ртутних газорозрядних ламп (люмінесцентних ламп і ДРЛ) виконується з великою обережністю, щоб лампа не розбилась і не випарувалась наявна в ній ртуть. Пари ртуті – сильний і небезпечний яд. Лампи, які зіпсувались, зберігають в пакувальних коробках в спеціально відведеному для цього місці. До вивезення ламп на звалища промислових відходів ртуть, яка міститься у лампах забирається чи нейтралізується.

					<i>КРБ 19–020.00.00.000 ПЗ</i>	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проведено розрахунок системи освітлення елеваторного комплексу. За рахунок використання сучасних світлодіодних промислових приладів вдалося підвищити показники освітленості в середньому на 28%.

2. При проектуванні освітлювальної установки було враховано особливості експлуатації світлових приладів, а саме класи вибухонебезпечних та пожежонебезпечних зон, які присутні в технологічних приміщеннях елеваторного комплексу. Це дозволяє підвищити експлуатаційну стійкість роботи освітлювальної установки та показники безпеки.

3. За рахунок використання енергоощадних світлових приладів, які мають світлову віддачу понад 120 лм/Вт вдалося зменшити споживання електричної енергії 2,3 рази.

4. Проведено математичне модулювання установки зовнішнього освітлення. Отримані залежності дозволяють розрахувати напрямки сили світла в задану точку, відповідно в екваторіальних і меридіональних площинах, із врахуванням кута нахилу світильника до горизонту. За рахунок цього точність отриманих результатів збільшилася на 33%.

					<i>КРБ 19–020.00.00.000 ПЗ</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	<i>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</i>	Літ	Арк.	Аркушів
Розроб.		<i>Вурста В.В.</i>				у		
Перевір.		<i>Куземко Н.А.</i>						
Консул.		<i>Куземко Н.А.</i>						
Н.контр.		<i>Вакуленко О.О.</i>						
Зав. каф.		<i>Тарасенко М.Г.</i>						
						<i>ТНТУ, ФІТ, гр. ЕТс-41</i>		

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Хорунжий П.М. Шляхи підвищення надійності світлових приладів у вибухонебезпечному середовищі / П.М. Хорунжий // Взрывозащищённое электрооборудование: сб. науч. тр. УкрНИИВЭ. – Донецк: ООО «АИР», 2011.– С.241-245.

2. Любовский Ю.С. Достоинства и недостатки различных видов взрывозащиты электрооборудования, предназначенного для применения в зоне 2 / Ю.С.Любовский // Взрывозащищённое электрооборудование: сб.науч. тр. УкрНИИВЭ. – Донецк: ООО «АИР», 2010.– С.314-323.

3. Правила устройства электроустановок. Электрооборудование специальных установок: НПАОП 40.1-1.32-01.– К.:Укрархстройинформ,2001.-118 с.

4. Вибухонебезпечні середовища. Частина 0. Електрообладнання. Загальні вимоги : ДСТУ 7113:2009. – [Підписано до друку 20-08-2012]. – К.: Держспоживстандарт України, 2012. – 66 с.

5. ІЕС 60079-11:2006 Вибухонебезпечні середовища. Частина 11. Електрообладнання з захистом іскробезпечне коло «і».

6. Вибухонебезпечні середовища. Частина 18. Електрообладнання з захистом герметизування компаундом «m»: ДСТУ ІЕС 60079-18:2009.

7. Вибухонебезпечні середовища. Частина 1. Вибухонепроникна оболонка «d»: ДСТУ 7114:2009. – [Підписано до друку 20-09-2012]. – К.: Держспоживстандарт України, 2012. – 60 с.

8. ІЕС 60079-7:2006 Вибухонебезпечні середовища. Частина 7. Електрообладнання з захистом підвищена безпека «е».

					<i>КРБ 19–020.00.00.000 ПЗ</i>					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	<i>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ</i>			Літ	Арк.	Аркушів
Розроб.		<i>Вурста В.В.</i>						у		
Перевір.		<i>Куземко Н.А.</i>								
Консул.		<i>Куземко Н.А.</i>								
Н.контр.		<i>Вакулєнко О.О.</i>						<i>ТНТУ, ФПТ, гр. ЕТс-41</i>		
Зав. каф.		<i>Тарасенко М.Г.</i>								

9. Вибухонебезпечні середовища. Частина 6. Електрообладнання Вид вибухозахисту: масляне заповнення «о»: ДСТУ ІЕС 60079-6:2009. – [Підписано до друку 24-05-2012]. – К.: Держспоживстандарт України, 2012. – 6 с.

10. Вибухонебезпечні середовища. Частина 2. Електрообладнання Вид вибухозахисту: оболонка під підвищеним тиском «р»: ДСТУ ІЕС 60079-2:2009.– [Підписано до друку 21-06-2012]. – К.:Держспоживстандарт України, 2012. – 30 с.

11. Вибухонебезпечні середовища. Частина 5. Електрообладнання Вид вибухозахисту: кварцове заповнення «q»: ДСТУ ІЕС 60079-5:2009. – [Підписано до друку 16-06-2012]. – К.: Держспоживстандарт України, 2012. – 10 с.

12. ІЕС 60079-15:2009 Вибухонебезпечні середовища. Частина 15. Електрообладнання з видом вибухозахисту «п».

13. ПБ 03-428-02. Правила безпеки при строительстве подземных сооружений, 2001.

14. Петров Г.М. Электрификация строительства городских подземных сооружений: Учебное пособие. – М.: Горная книга, 2008. – 210 с.

15. Аппараты осветительные шахтные типа АОШ-2,5; АОШ-5,0. Руководство по эксплуатации. – Тула, издательство ООО "ПП ШЭЛА", 2010. – 22 с.

16. Говоров П.П., Пилипчук Р.В., Токмань А.І., Щиренко В.В., Яремчук Р.Ю. Освітлення промислових об'єктів. – Тернопіль: Полісся, 2008. - 256 с.

17. Пилипчук Р.В., Хорунжий П.М. Освітлення вибухонебезпечних і пожежонебезпечних приміщень. Світло-люкс. – 2007. - №4. - С. 56-60.

18. Говоров П.П., Пилипчук Р.В., Яремчук Р.Ю. Газорозрядні лампи низького тиску. – Світло люкс, 2008, №1, с.60-65.

					<i>КРБ 19–020.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

19. ГОСТ 22782.6-81-«Электрооборудование взрывозащищенное с видом взрывозащиты «Взрывонепроницаемая оболочка». Технические требования и методы испытаний»

20. ГОСТ 22782.7-81 - «Электрооборудование взрывозащищенное с защитой вида «е». Технические требования и методы испытаний».

21. ГОСТ 22782.5-78 - «Электрооборудование взрывозащищенное с видом взрывозащиты «Искробезопасная электрическая цепь». Технические требования и методы испытаний».

22. Рой В.Ф., Горяжа А.В. Параметры взрывобезопасности сетей промышленных электроосветительных установок, //Вестник ХПИ, вып №119, 2000, С.52-54.

					<i>КРБ 19–020.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		