

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

до виконання розрахунково-графічної роботи  
з навчальної дисципліни

**«РОЗРАХУНОК І КОНСТРУЮВАННЯ**  
**СВІТЛОВИХ ПРИЛАДІВ»**

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

**Харків**  
**ХНУМГ ім. О. М. Бекетова**  
**2018**

Методичні рекомендації до виконання розрахунково-графічної роботи з навчальної дисципліни «Розрахунок і конструювання світлових приладів» (для студентів денної і заочної форм навчання освітнього рівня «магістр» за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. : О. Л. Черкашина, Л. А. Назаренко, Г. О. Петченко, А. І. Колесник, Л. Г. Баландаєва. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 40 с.

Укладачі: канд. фіз.-мат. наук, доц. О. Л. Черкашина,  
д-р техн. наук, проф. Л. А. Назаренко,  
д-р фіз.-мат. наук, проф. Г. О. Петченко,  
асист. А. І. Колесник,  
асист. Л. Г. Баландаєва

#### Рецензент

**Гуракова Л. Д.**, кандидат технічних наук, доцент кафедри світлотехніки і джерел світла Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

*Рекомендовано кафедрою світлотехніки і джерел світла, протокол № 3  
від 28.12.17.*

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 Розробка конструкції світлового приладу.....	5
2 Розробка технічного завдання на ОКР .....	6
3 Розробка конструкції та ескізного проекту СП.....	14
4 Розрахунок теплового режиму.....	15
5 Порядок оформлення пояснювальної записки.....	25
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	26
ДОДАТОК А.....	31
ДОДАТОК Б.....	32
ДОДАТОК В.....	38
ДОДАТОК Г.....	39
ДОДАТОК Д.....	40

## ВСТУП

Розрахунок і конструювання СП – це процес створення нового приладу, що складається з вибору й розрахунку форми та розміру, загального компоновання та взаємного розташування елементів та вузлів виробу, способу їх взаємодії, вибору матеріалів і покриття. СП – це електротехнічні вироби, які мають відповідати комплексу світлотехнічних, електротехнічних, монтажних-експлуатаційних вимог, вимог безпеки згідно з ДСТУ.

Найбільш важливими аспектами розрахунку та створення СП є підвищення їхньої функціональної ефективності, енергоекономічності, зниження матеріаломісткості.

У рахунково-графічній роботі слід розробити технічне завдання на СП, конструкцію світильника з робочими кресленнями, а також необхідно виконати розрахунок теплового режиму СП і враховувати його при конструюванні світлових приладів.

Виконання розрахунково-графічної роботи – це робота, максимально наближена до реальної практичної діяльності конструктора виробництва, що в більшій мірі сприяє набуттю студентами інженерних навичок роботи, формуванню кваліфікованого інженера-світлотехніка широкого профілю.

Список рекомендованої літератури охоплює як основні, так і допоміжні літературні джерела, що окреслюють коло професійних кафедральних інтересів і безпосередньо стосується фундаментальних досліджень твердотільної фізики, фізики плазми і прикладної оптики і практичного застосування результатів цих досліджень у галузях, передбачених паспортом спеціальності 05.09.07 – світлотехніка та джерела світла, зокрема при розробці і конструюванні світлових приладів і систем на їх основі.

## 1 Розробка конструкції світлового приладу

Основні етапи розрахунково-графічної роботи – вибір, обґрунтування і класифікація за основним функціональними та експлуатаційними характеристиками типу світильника, розробка проекту технічного завдання, розробка складального креслення та робочого креслення основних функціональних деталей світильника, розрахунок теплового режиму СП.

Підхід до вирішення завдання розробки і конструювання СП має бути системним. Основними етапами його є: аналіз технічних умов і вихідних даних, вибір початкових параметрів і габаритних розмірів, світлотехнічний розрахунок, конструювання, розробка конструкторської і технологічної документації, техніко-економічний розрахунок та ін.

Розробка має базуватися на формуванні вимог:

- класифікації СП за конструктивно-технологічними ознаками й споживчими властивостями на основі мінімізації числа класів конструктивно-світлотехнічних схем, типових кривих сили світла (КСС), ступенів захисту СП тощо, що дозволяє мати найменшу номенклатуру уніфікованих вузлів і деталей (дод. А);

- урахуванні впливу умов експлуатації (включаючи можливості обслуговування і параметри навколишнього середовища, особливості та умови зберігання, транспортування і монтажу) на техніко-економічні характеристики СП;

- статистичних даних лабораторних і експлуатаційних випробувань різних матеріалів, покриттів і конструктивних виконань СП під час роботи в типових умовах;

- статистичних даних про надійність роботи комплектуючих СП електротехнічних виробів;

- урахуванні впливу вибраної технології виготовлення і технологічного обладнання на виробничі й функціональні характеристики СП з даного матеріалу;

- урахуванні сучасних естетичних вимог.

У процесі конструювання СП надається комплекс необхідних властивостей, що обумовлюють корисність виробу і рівень витрат ресурсів на його створення, виготовлення, технічне обслуговування і ремонт.

Властивості, що характеризують якість СП:

- функціональність,
- економічність,
- надійність,
- безпека,
- ергономічність,
- технологічність,
- транспортабельність,
- естетичність,
- патентоспроможність,
- екологічність.

Вказані властивості якості значною мірою обумовлені конструкцією, що визначає технологічність конструкції загалом.

## 2 Розробка технічного завдання на ОКР

Одним з найбільш важливих етапів проектних робіт є розробка технічного завдання (ТЗ) на світильник. ТЗ вважається основним документом, що включає всі вихідні дані, необхідні для розробки або модернізації приладу. Цим документом користуються конструктори на всіх стадіях проектно-конструкторських робіт. ТЗ розробляють на основі технічних вимог, які подав замовник, положень, а також стандартів на конкретні типи світильників. ТЗ має враховувати результати аналізу передових досягнень сучасної світової світлотехніки, результати наукового прогнозування технічного рівня та якості виробів, враховуючи рівень уніфікації і стандартизації (дод. А).

### 2.1 Основні розділи ТЗ

2.1.1 Найменування, шифр роботи і підстави для виконання роботи.

У цьому розділі вказують вхідні й вихідні дані для проведення і реєстрації роботи, і вибирають її найменування. Приклад оформлення розділу наведений нижче.

2.1.1.1 Роботі, що проводиться за технічним завданням, присвоюється найменування: розробка СП \_\_\_\_\_

2.1.1.2 Шифр роботи не присвоюється.

2.1.1.3 Дану роботу виконують на підставі \_\_\_\_\_

2.1.2 Мета виконання роботи. Найменування і призначення зразка.

У даному розділі формулюють мету проведення робіт, вказують скорочене (умовне) найменування об'єкта розробки, призначення зразка. Зміст розділу наведено нижче.

2.1.2.1 Метою виконання роботи є розробка згідно до вимог ТЗ конструкції світлового приладу для \_\_\_\_\_

2.1.2.2. ТЗ на СП, що розробляється, присвоюється найменування:

---

2.1.2.3 СП, що розробляється, призначений для \_\_\_\_\_

---

2.1.3 Технічні вимоги до СП

Цей розділ є основним у технічному завданні. Вимоги цього розділу формуються після попереднього опрацювання вихідних даних на проектування, існуючих варіантів вирішення завдання, аналогічних розробок, публікацій у літературі.

– номенклатура виробів, що розробляються (перелік типів, типорозмірів і виконань СП, які мають бути створені в результаті ДКР);

– вимоги до технічного рівня виробу (група якості нових СП), посилання на стандарти, яким мають відповідати параметри СП, що розробляються.

#### 2.1.4 Склад СП.

У цьому розділі наводять зразковий функціональний склад СП, що розробляється, склад контрольно-перевірочної апаратури (КПА), склад комплекту документації. Наприклад:

2.1.4.1 Пристрій має містити у своєму складі:

- джерело світлового випромінювання (лампа);
- рефлектор;
- корпус СП;
- кріпильний набір

2.1.4.2 Комплект контрольно-перевірочної апаратури (КПА) має включати:

- люксметр;
- набір кабелів для підключення СП;
- комплект стандартних вимірювальних приладів.

2.1.4.3 Комплект документації має містити:

- технічні умови на СП;
- технічний опис приладу;
- паспорт приладу;
- інструкцію з регулювання і перевірки;
- інструкцію з експлуатації;
- комплект КД відповідно до ЄСКД.

#### 2.1.5 Вимоги за призначенням.

У цьому підрозділі вказують основні вимоги до об'єкта, що розробляється. Перераховують основні й допоміжні функції, режими роботи й контролю. Вказують граничну масу, габарити і електроспоживання.

Зміст підрозділу:

2.1.5.1 Пристрій має виконувати наступні функції:

– СП має створювати рівень освітленості, що відповідає нормам, встановленим для \_\_\_\_\_;

– має бути забезпечена можливість \_\_\_\_\_;

– габаритна яскравість комірки не має перевищувати \_\_\_\_\_;

– джерело світла має забезпечувати \_\_\_\_\_;

– СП має забезпечувати збільшення терміну експлуатації джерел світла;

– СП має забезпечити зниження споживаної потужності на \_\_\_\_\_ %;

2.1.5.2 Пристрій має забезпечувати реалізацію наступних режимів:

– режим максимальної світлової ефективності приладу;

– режим регулювання приладу – світлорегулювання від 0 до 100% номіналу;

2.1.5.3 Загальнотехнічні вимоги:

– конструкція СП має забезпечувати \_\_\_\_\_;

– має забезпечуватись вимога щодо зручності проведення різного роду регламентних робіт (заміна ламп, ремонт, протирання поверхонь триплексу тощо);

– СП має мати високий ступінь пожежобезпеки;

2.1.5.4. Гранична маса виробу. . . . .кг.

2.1.5.5. Граничні габарити виробу. . . . . см.

2.1.5.6. Гранична споживана потужність . . . . . Вт.

2.1.6 Вимоги до електроживлення, радіоелектронного захисту і перешкодостійкості.

У цьому розділі вказують вид джерела електроживлення (мережа, батареї, акумулятори тощо), його характеристики, необхідність резервування, характер і характеристики перешкод, необхідність екранування, заземлення, гальванічної розв'язки з ланцюгами первинного живлення. Зміст підрозділу:

2.1.6.1 СП має живитися від \_\_\_\_\_ .

2.1.6.2 Резервування електроживлення \_\_\_\_\_ .

2.1.6.3 Пристрій має бути працездатним при дії перешкод по ланцюгах живлення із наступними характеристиками перешкод:

– Вид перешкод – імпульсні.

– Амплітуда  $\leq 1KV$  .

– Діапазон частот (величина 1.. 1000 КГц).

– Тривалість імпульсів 1 нс, 1 мкс, 1 мс.

2.1.6.4 Заземлення ліній вторинного електроживлення не допускається.

2.1.6.5 СП не має створювати перешкод, що порушують нормальну роботу суміжної апаратури.

2.1.7 Вимоги щодо живучості й стійкості до зовнішніх дій.

У цьому розділі обмовляють умови експлуатації СП, що розробляється: діапазон робочих температур, тиску, вологості, склад газового середовища, наявність агресивних середовищ, пилу, соляного туману. Зазначають стійкість до лінійних перевантажень, вібрації, ударів, до дії іонізуючих випромінювань і т. д. При необхідності додають посилання на відповідні ДСТУ.

Нижче наведено склад підрозділу:

2.1.7.1 СП, що розробляється, має задовільняти технічним і експлуатаційним вимогам ДСТУ \_\_\_\_\_ з урахуванням уточнень, викладених в даному підрозділі.

2.1.7.2. Пристрій, що розробляється, має нормально функціонувати в таких умовах:

– Діапазон робочих температур – . . . . . °С.

– Вологість 95+/-3% при температурі 25+/-5 °С.

– Тиск середовища –730..800 мм ртутного стовпчику.

2.1.7.3 СП, що розробляється, має зберігати працездатність і нормально функціонувати при дії на нього таких факторів:

– лінійних перевантажень 50 Н;

– вузли кріплення мають витримувати протягом 1 год. статичне навантаження, рівне п'ятикратній масі світильника;

– елементи світильника мають витримувати енергію удару від 0.2 до 0.7 Дж;

– металеві частини світильника, які закривають частини під напругою, мають витримувати натиск зусиллям 30 Н.



2.1.7.4 СП, що розробляється, має нормально функціонувати і зберігати свої характеристики протягом терміну експлуатації при дії іонізуючих випромінювань, потоків протонів, електронів з наступними величинами \_\_\_\_\_ (або посилання на ДСТУ).

2.1.8 Вимоги щодо надійності.

У цьому підрозділі вказують термін експлуатації пристрою, вірогідність безвідмовної роботи, ресурс, необхідні заходи із забезпечення надійності. Наприклад:

2.1.8.1 Термін експлуатації пристрою \_\_\_\_\_ років.

2.1.8.2. Вірогідність безвідмовної роботи протягом терміну експлуатації – не менше \_\_\_\_\_.

2.1.8.3 Ресурс роботи пристрою без зміни світловипромінюючого елемента – не менше \_\_\_\_\_ год.

2.1.8.4 Відмова будь-якого елемента в пристрої не має приводити до виходу з ладу всієї апаратури і суміжних пристроїв.

2.1.8.5 У процесі виготовлення СП має бути підданий електротермотренуванню протягом 100 годин.

2.1.8.6 Забезпечення і контроль надійності пристрою мають проводитися згідно до ДСТУ \_\_\_\_\_.

2.1.9 Вимоги з ергономіки і технічної естетики.

У цьому підрозділі зазначають органи керування СП, їх розташування, розміри, колірне вирішення, вимоги до індикаторних пристроїв, стильові й художні вимоги по оформленню пристрою. Наприклад:

2.1.9.1 Розробка СП має проводитись з урахуванням вимог сучасної технічної естетики і інженерної психології.

2.1.9.2. Випробування СП мають проводитися відповідно до вимог ДСТУ \_\_\_\_\_.

2.1.10 Вимоги з експлуатації, зручності технічного обслуговування, ремонту і зберігання.

Ці вимоги враховують на етапі проектування СП і підтримують конструктивними і схематичними рішеннями. У цьому розділі розглядають умови експлуатації, вимоги до випробувань пристрою, введення його в експлуатацію, його обслуговування, ремонту, вимоги до експлуатаційної документації, терміни та умови зберігання, гарантії. Наприклад:

2.1.10.1 СП має нормально функціонувати і зберігати свої характеристики впродовж терміну експлуатації в умовах, відповідних вимогам пункту 2.1.7 ТЗ (або перераховують умови експлуатації).

2.1.10.2 Випробування СП мають проводитися відповідно до вимог ДСТУ \_\_\_\_\_.

2.1.10.3 При проведенні випробувань пристрою немає потреби у іншій апаратурі, окрім КПА.

2.1.10.4 Пристрій має допускати експлуатацію некваліфікованим користувачем.

2.1.10.5 Пристрій не має виходити з ладу при аварійному відключенні джерел електроживлення.

2.1.10.6 Комплект експлуатаційної документації має містити:

- технічний опис пристрою;
- інструкцію з експлуатації;
- інструкцію з перевірки.

2.1.10.7 Термін гарантії має бути не менше \_\_\_\_\_ рок.

2.1.10.8 СП має допускати зберігання в умовах опалювальних складських приміщень у штатній упаковці не менше \_\_\_ років. Примітка: штатна упаковка має бути пиловологонепроникна.

2.1.11 Вимоги з транспортабельності.

Зразковий склад підрозділу:

2.1.11.1 СП у штатному упакуванні має допускати транспортування при температурі навколишнього середовища від – 40 до + 50 наступними видами транспорту: залізничним, повітряним, автомобільним – на будь-які відстані, з швидкостями, прийнятими для цього виду транспорту;

2.1.12 Вимоги з безпеки.

У цьому підрозділі вказують вимоги з пожежної, хімічної і травмобезпеки при експлуатації, зберіганні й утилізації пристрою. Можливі посилення на відповідні ДСТУ. Наприклад:

2.1.12.1 СП має відповідати вимогам ДСТУ \_\_\_\_\_ і ДСТУ \_\_\_\_\_ на пожежобезпеку.

2.1.12.2 Рівень пожежобезпеки має бути не менше \_\_\_\_\_

2.1.12.3 СП має відповідати вимогам ДСТУ \_\_\_\_\_ .

2.1.12.4 Пристрій має забезпечувати І клас захисту від ураження електричним струмом.

2.1.12.5 СП і його складові частини не повинні містити токсичних матеріалів, що виділяють шкідливих газів і інших речовин під час роботи.

2.1.13 Вимоги із стандартизації та уніфікації.

Правильне формування вимог із стандартизації та уніфікації дозволяє скоротити терміни розробки, знизити її вартість і скоротити терміни освоєння при виробництві. Формулювання вимог наведено нижче.

2.1.13.1 Розробка пристрою має вестися з урахуванням технічно і економічно обґрунтованих уніфікації, стандартизації і взаємозамінюваності деталей, вузлів, блоків.

2.1.13.2 Підбір параметрів комплектуючих виробів при зборці пристрою не допускається.

2.1.13.3 Коефіцієнт використання має бути не нижчим за 75 %;

2.1.14 Вимога з технологічності.

У цьому підрозділі обумовляють серійність виробництва (одиничне, дрібносерійне або масове), питання взаємозамінюваності, регулювання, підстроювання. При необхідності зазначають деякі технологічні особливості виробництва. Наприклад:

2.1.14.1. Конструкція компонентів пристрою має бути технологічною і відповідати вимогам ДСТУ \_\_\_\_\_.

2.1.14.2. Виробництво пристрою – \_\_\_\_\_.

2.1.14.3. Реалізація схемотехніки пристрою має виключати ручне регулювання.

2.1.14.4. Конструкція вузлів, кабелів пристрою мають забезпечувати взаємозамінюваність.

2.1.15 Конструктивні вимоги.

У цьому підрозділі розглядають габаритно-вагові характеристики виробу, вимоги до кріпильних і установних елементів, конструкції і маркування роз'ємів, кабелів. Вказують вимоги до розташування вузлів у загальної конструкції, амортизації, герметизації, матеріалів і способів покриття зовнішніх поверхонь, наявність захисних кожухів, кришок, теплових екранів, радіаторів, систем примусового охолодження. Наприклад:

2.1.15.1 Маса пристрою – не більше \_\_\_\_\_ кг

2.1.15.2 Габаритні розміри – не більше \_\_\_\_\_ см.

2.1.15.3 Споживана потужність – не більше \_\_\_\_\_ Вт.

2.1.15.4 Вихідні розміри \_\_\_\_\_ см.

2.1.15.5 Конструкція блоків має забезпечувати зручний доступ до роз'ємів, зручність їхнього стикування і розстикування із застосуванням стандартного інструменту.

2.1.15.6 Матеріали й способи покриття зовнішніх поверхонь визначаються розробником і узгоджуються із замовником.

2.1.15.7 Блоки пристрою, що вимагають захисту від експлуатаційних факторів, мають бути забезпечені захисними кришками.

2.1.16 Вимоги до електричних ланцюгів.

У цьому підрозділі розглядають вимоги до ланцюгів живлення, захист від аварійних ситуацій, гальванічної розв'язки, реалізація з'єднань, режимів вмикання і вимикання пристрою. Наприклад:

2.1.16.1 Пристрій не має виходити з ладу при аварійному включенні/виключенні джерела живлення.

2.1.16.2 Після подачі живлення або включення пристрою він автоматично має приводитися в початковий стан (ввімкнено).

2.1.16.3 У пристрої мають бути передбачені заходи, що виключають виникнення короткого замикання, реалізовані ланцюги забезпечуючи відключення пристрою від джерела живлення у разі виникнення короткого замикання.

2.1.17 Техніко-економічні вимоги.

При розробці виробу має бути проведено техніко-економічне обґрунтування розробки в частині:

2.1.17.1 Техніко-економічного аналізу можливих варіантів побудови СП вибору переважного варіанту.

2.1.17.2 Визначення можливих шляхів зниження вартості і тривалості розробки, зокрема за рахунок стандартизації і уніфікації компонентів пристрою.

2.1.17.3 Визначення основних економічних показників розробки:

– вартості проведення розробки пристрою.

– вартості першого комплекту пристрою.

– вартості пристрою при \_\_\_\_\_ виробництві.

#### 2.1.18 Вимоги за видами забезпечення.

У даному розділі розглядаються метрологічне забезпечення розробки, режими контролю, питання телеметрії, вимоги до датчиків телеметрії і каналам зв'язку. Наприклад:

2.1.18.1 На всіх етапах розробки і виготовлення пристрою має здійснюватися метрологічне забезпечення відповідно до вимог стандартів (ГОСТ 92.1371–83).

2.1.18.2 На стадії розробки робочої документації має здійснюватися метрологічна експертиза конструкторської і технологічної документації.

2.1.19 Вимоги до матеріалів і комплектуючих виробів міжгалузевого застосування.

У даному розділі розглядаються вимоги щодо матеріалів, покриттів, необхідність вхідного контролю, допустимість застосування виробу зарубіжних фірм, режими роботи комплектуючих виробів тощо. Наприклад:

2.1.19.1 СП має розроблятися на основі використання вітчизняних матеріалів, комплектуючих.

2.1.19.2 Застосування комплектуючих виробів зарубіжного виробництва має проводитися після узгодження із замовником.

2.1.19.3 Рекомендується застосування елементної бази з ресурсом більше \_\_\_\_\_ років.

2.1.19.4 Перед встановленням у пристрій всі комплектуючі елементи мають піддаватися безруйнівному діагностичному контролю.

2.1.19.5 Електрорадіопристрої (ЕРП) мають піддаватися електротермотренуванню для відбраковки потенційно ненадійних елементів.

2.1.19.6 ЕРП мають застосовуватися в полегшених режимах. Коефіцієнт навантаження при цьому не більше 0,5.

2.1.20 Вимоги до консервації, упаковки і маркіровки.

Приблизний зміст наведений нижче:

2.1.20.1. Штатне упакування пристрою має бути пиллобризконепроникним.

2.1.20.2 Штатне упакування має забезпечувати збереження СП у заданих умовах транспортування і зберігання.

2.1.20.3 Пристрій має мати наступне маркування:

- індекс пристрою;
- заводський порядковий номер пристрою;
- маркування електророз'ємів.

2.1.20.4 Склад і тип маркування узгоджують із замовником.

2.1.20.5 Консервація пристрою має проводитися відповідно до вимог ДСТУ \_\_\_\_\_.

2.1.21 Вимоги із забезпечення збереження державної, військової або комерційної таємниці при виконанні розробки і експлуатації СП.

2.1.22 Етапи виконання роботи.

У цьому розділі вказують етапи виконання роботи. Терміни реалізації етапів найчастіше обмовляються в «Календарному плані виконання робіт».

Зміст розділу наведений нижче:

2.1.22.1. Розробка, експериментальний наробіток і виготовлення пристрою мають відповідати вимогам ЕСКД і ДСТУ\_\_\_\_\_.

2.1.22.2. Розробка пристрою має проводитися в наступних стадіях:

- ескізне проектування;
- розробка робочої документації на дослідний зразок;
- виготовлення дослідного зразка;
- автономне випробування дослідного зразка;
- коригування робочої документації за результатами випробувань;
- виготовлення і постачання дослідних зразків пристрою для комплексних випробувань;
- комплексні випробування пристрою;
- виготовлення і постачання першого штатного зразка виробу.

2.1.23 Порядок виконання і приймання етапів розробки.

2.1.23.1 Порядок виконання і приймання етапів розробки пристрою має відповідати вимогам ДСТУ\_\_\_\_\_.

2.1.23.2 Постачання пристрою замовнику має здійснюватися комплексно після проведення всього циклу випробувань.

2.1.23.3 У процесі розробки пристрою замовником мають бути узгоджені такі питання:

- Приладовий склад пристрою;
- Споживана потужність на всіх режимах роботи;
- Вимоги до організації керування пристроєм;
- Вимоги до електроживлення пристрою;
- Габаритно-вагові характеристики пристрою і постановні розміри;
- Методики і обсяги перевірок пристрою;
- Техніко-економічні характеристики СП;
- Показники уніфікації і стандартизації.

2.1.23.4 У процесі розробки пристрою має бути розроблена й узгоджена із Замовником наступна документація:

- Технічні умови на пристрій.
- Інструкція з експлуатації пристрою.
- Технічний опис пристрою.
- Формуляр пристрою (зразок).
- Габаритні креслення пристрою.
- Схеми електричні принципові пристрою.

2.1.23.5 Комплектність КД має відповідати ЄСКД.

2.1.23.6 ТЗ може уточнюватися і доповнюватися за згодою сторін.

### 3 Розробка конструкції та ескізного проекту СП

Аналіз зорових завдань дає змогу встановити тип і міцність джерела світла, визначити й розрахувати основні світлотехнічні параметри світильника. На основі цих даних розробляють ескізні варіанти конструктивних рішень СП, над якими проводять порівняльний аналіз. Ескізні варіанти СП розробляють з метою встановлення принципів конструктивних рішень приладу і його основних вузлів. Детальність проробки конструктивних рішень на етапі ескізного проектування має бути достатньою для порівняння цих варіантів за основними техніко-економічними характеристиками.

Конструкція СП має також давати змогу виконувати максимальну кількість операцій з ремонту й очищення за найменший проміжок часу і при максимальній безпеці виконання цих операцій. З урахуванням цих вимог СП мають конструюватися таким чином, щоб елементи оптичної схеми (розсіювачі, відбивачі, заломлювачі), які забруднюються, були легко зйомними і закріплювалися за допомогою переважно не гвинтових з'єднань. Цього досягають за рахунок використання петель, шарнірів, замків тощо, що дає змогу проводити зміну ламп без від'єднання захисного скла, екрануючих ґрат, ковпаків, лінз, заломлювачів та інших елементів.

Світильники з ЛЛ для масивних освітлювальних установок розробляють з легкоз'ємними панелями, на яких монтуються всі елементи електричної схеми. При зніманні такої панелі бажано, щоб проходило її одночасне електричне вимикання, наприклад, за допомогою штепсельних роз'ємів.

Важливими вимогами до конструкції сучасних СП з ЛЛ є: забезпечення можливості стикування їхньої світлової лінії, трасування проводів через корпуси світильників, приєднання їхнього без розрізання проводів, кріплення світильників в мінімальній кількості точок, уніфікація відстаней між центрами вузлів підвісу й можливості закріплення СП при відхиленні від установчих розмірів у межах від 10 мм до 50 мм. Заміна стартерів і ламп у світильниках має забезпечуватися без інструменту. Одноїменні однотипні деталі мають бути взаємозамінними.

Побутові світильники з ЛР мають мати електричну схему, що дозволяє вмикати всі лампи або їхнього частину.

У результаті техніко-економічного аналізу здійснюється остаточний вибір варіанту рішення СП, який приймається до подальшої конструкторської роботи. Всі питання проектування СП мають знаходити відображення у конструкторських документах, що розробляються на етапі ескізного проектування у формі пояснювальної записки і графічних документів – кресленнях загального виду (складальні креслення) і робочих кресленнях основних деталей світильника.

Усі креслення виконують згідно з вимогами ЄСКД, які розповсюджують на формати, масштаби, зображення (види, розрізи, перерізи), нанесення розмірів, умовні зображення конструкційних елементів (різьб, шліцевих з'єднань, зварювання, спаювання), а також на позначення якості поверхонь, термообробки, виду покриття, позначення граничних відхилень розмірів,

форми та розташування поверхонь.

При розробці конструкції СП потрібно раціонально використовувати конструкційні елементи, марки матеріалів і профілю прокату, видів допусків та посадок і виявляти можливості об'єднання близьких за розміром і подібних за зовнішнім виглядом та призначенням елементів, можливість заміни оригінальних деталей уніфікованими або такими, що раніше були впроваджені.

Складальне креслення має містити необхідну кількість розрізів, з яких видно складальний склад виробу і спосіб сполучення деталей. На складальному кресленні: необхідно вказувати габаритні розміри (ширина та висота) світильника, а також позначати цифрами деталі, що входять до його складу. Кожне креслення має обмежуватися рамкою, мати штамп, який оформляють згідно з ЄСКД. До складального креслення додають два текстових документи: специфікацію і відомість стандартних виробів (додаток В).

Специфікація має повністю визначати склад виробу. Порядок оформлення специфікацій такий. У колонці «Позиц» (позиція) записують порядкові номери позицій, нанесених на складальне креслення для позначення складаючих деталей. У колонці «Позначення» записують позначення основних конструкторських документів на виріб. У колонці «Найменування» вказують найменування виробів, які записані в основному списку на головному конструкторському документі для цього виробу. В колонці «Кільк» (кількість) записують кількість складових частин виробу. Аналогічно оформляють відомості стандартних комплектуючих виробів, до яких відносять джерела світла, патрони, монтажні проводи, вимикачі, перемикачі, вилки.

#### 4 Розрахунок теплового режиму

Тепловий режим світильника багато в чому визначає його надійність і безпеку, стабільність світлотехнічних та електротехнічних характеристик. При невідповідності температурним характеристикам використовуваних матеріалів різко скорочується термін експлуатації СП внаслідок пересихання і викришування ізоляції, цоколів ламп, обгорання пластмасових патронів, ущільнюючих прокладок, втрати герметизації, пробою конденсаторів та міжвиткових замикань, затемнення світлотехнічного покриття. Крім того, напружений тепловий режим світильника негативно впливає на світлотехнічні характеристики джерел світла, особливо ЛЛ. Усе це, з урахуванням тенденції до концентрації потужності в СП, створює актуальною проблему теплового режиму. Тепловий режим СП визначається головним чином теплонапруженістю конструкції, що характеризується питомою потужністю на одиницю поверхні (або об'єму):

$$\bar{p} = \frac{P_{\text{Л}}}{S_{\text{СП}}}, \quad (4.1)$$

де  $P_{\text{Л}}$  – сумарна номінальна потужність джерел світла в СП;

$S_{\text{СП}}$  – сумарна площа його тепловіддавальної оболонки (корпуса, відбивача, розсіювача).

Коефіцієнт перевищення температури показує, у скільки разів значення комплектуючих виробів (ламп, ПРА, ЕУ, запалювальних пристроїв, конденсаторів, проводів) під час роботи в СП перевищує значення  $\Delta t_{ci}$  цих комплектуючих виробів при роботі на відкритому повітрі  $\Delta t_{oi}$

$$K_{\Delta t,i} = \frac{\Delta t_{ci}}{\Delta t_{oi}} \quad (4.2)$$

Вихідними для оцінки й розрахунку теплового режиму СП є дані про розподіл температури на лампах залежно від їхніх параметрів, температури зовнішнього середовища. Ці дані для різних типів та потужностей ламп наведено на рисунках 4.1–4.3.

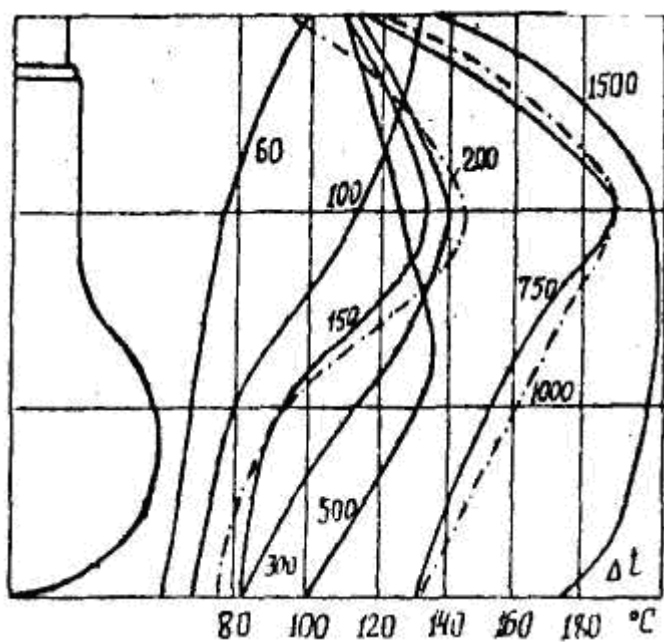


Рисунок 4.1 – Значення  $\Delta t_{\text{Л}}$  для ЛР (цифри на кривих позначають потужність лампи)

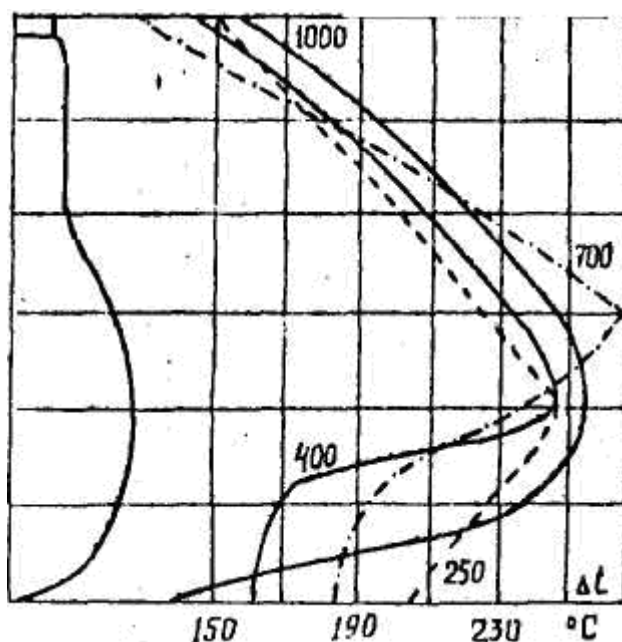


Рисунок 4.2 – Значення  $\Delta t_{\text{Л}}$  для ДРЛ (цифри на кривих позначають потужність лампи)



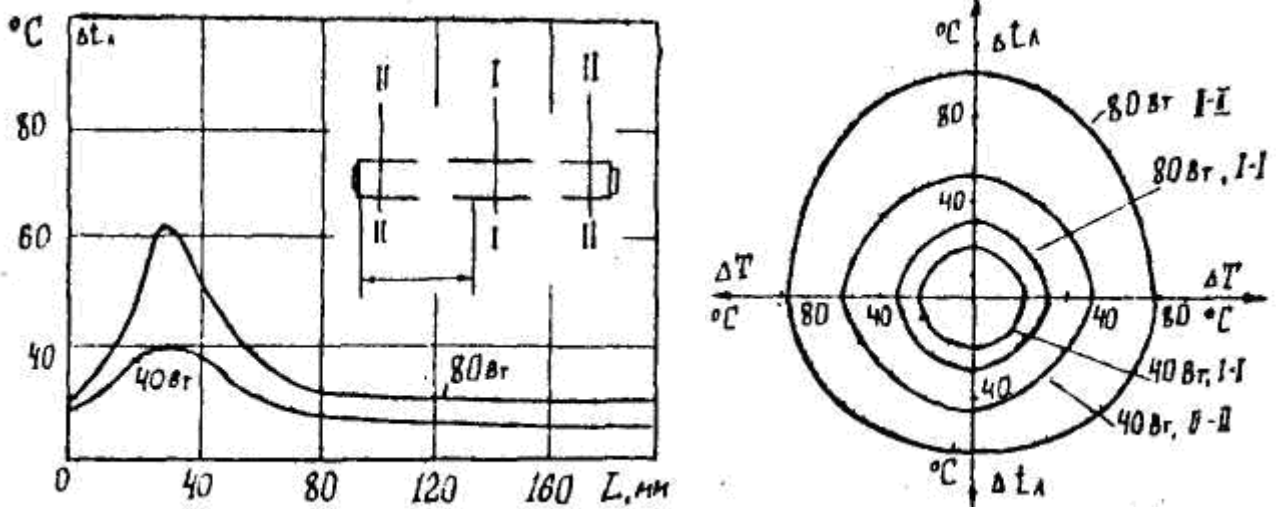


Рисунок 4.3 – Значення  $\Delta t_{\text{л}}$  для ЛЛ потужністю 40 і 80 Вт (цифри на кривих позначають потужність лампи): а) у повздовжній площині; б) у поперечній площині

Температура в середній частині колби галогенних ламп досягає 400–450 °С, а в зоні розташування електродів – 130 °С, Прямі трубчасті ксенонові лампи високого тиску мають температуру стінок колби дещо нижчу порівняно з лампою ДРЛ.

#### 4.1 Тепловий розрахунок круглосиметричних світлових приладів

Після детального світлотехнічного виконують перевірочний тепловий розрахунок, у якому встановлюють максимальні значення температури окремих частин СП і розподіл температури на його поверхні (рис. 4.4).

В основу розрахунку покладено розв'язання рівнянь теплового балансу. Для круглосиметричного закритого СП система рівнянь теплового балансу:

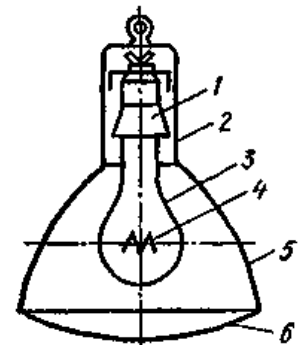


Рисунок 4.4 – Дзеркальний СП із захисним склом

для відбивача,

$$(Q_3^И + Q_4^И) \varphi_{35}^И + Q_3^K \varphi_{35}^K = \kappa_5 (T_5 - T_0) S_5 \quad (4.3),$$

для захисного скла

$$(Q_3^И + Q_4^И) \varphi_{36}^И + Q_3^K \varphi_{36}^K = \kappa_6 (T_6 - T_0) S_6 \quad (4.4),$$

для корпусу

$$(Q_3^I + Q_4^I)\varphi_{32}^I + Q_3^K\varphi_{32}^K + Q_1^I\varphi_{12}^I + Q_1^K\varphi_{12}^K = \chi_5(T_5 - T_0)S_5 \quad (4.5),$$

де  $Q_i^I$  і  $Q_i^K$  — складові теплового потоку умовних джерел ( $i=4, 3, 1$ );  $\varphi_{ij}^I$  і  $\varphi_{ij}^K$  — коефіцієнти, що показують, яка частка променистого і конвективного теплового потоку  $i$ -го умовного джерела поглинається  $j$ -м елементом оболонки світильника;  $\chi_i$  — ефективний коефіцієнт тепловіддачі з поверхні  $j$ -го елемента СП;  $T_j$  і  $S_j$  — температура і площа поверхні  $j$ -го елемента СП;  $T_0$  — температура навколишнього середовища.

Складові теплового потоку умовних джерел (колби лампи  $Q_3$ , патрона  $Q_1$  і власне випромінювального тіла  $Q_4$ ), при температурі навколишнього середовища, а також площі поверхонь умовних джерел  $S_i$  визначають із таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Складові теплового потоку умовних джерел

Потужність ламп, Вт	Середня температура, °С		Площа поверхні, м <sup>2</sup>		Складові теплового потоку ламп, %							
	Колба	Патрон	Колба	Патрон	Джерело світла,		Колба		Патрон			
					$Q_4^I$	$Q_4^K$	$Q_3^I$	$Q_3^K$	$Q_1^I$	$Q_1^K$	$Q_1^T$	
ЛР												
1000	146	73	0,084	0,019	81	0,6	9,5	7,7	0,43	0,5	0,4	
750	126	62	0,084	0,019	80	0,6	9,8	8,4	0,43	0,67	0,5	
500	140	68	0,046	0,019	78	1,2	9,8	8,7	0,75	1,2	0,75	
300	105	53	0,046	0,019	77	1,3	9,9	9,3	0,8	1,3	1,1	
200	120	80	0,025	0,0075	75	1,7	10	10	1,5	1,8	1	
100	101	70	0,016	0,0075	73	2,8	9,5	9,9	2,4	2,8	2	
40	71	60	0,012	0,0075	64	5,5	9,8	11,2	4,8	5,5	4	
ДРЛ												
700	219	112	0,107	0,018	33	2	38	24	1,3	2	0,85	
400	200	90	0,071	0,018	33	2,4	36,8	24,6	1,6	2,45	1,35	
250	210	92	0,039	0,018	33	4	35	23	2,7	3,7	2,3	

Коефіцієнти  $\varphi_{ij}$  визначають при допущенні про одноразове відбиття і поглинання променистого потоку:  
для відбивача

$$\varphi_{35}^I = (m_{35}^I + m_{36}^I m_{56}^I) \alpha_5 + m_{35}^I m_{56}^I m_{65}^I \rho_5 \rho_6, \quad (4.6)$$

$$\varphi_{35}^K = m_{35}^K, \quad (4.7)$$

для захисного скла

$$\varphi_{36}^I = (m_{36}^I + m_{35}^I m_{56}^I \rho_5) \alpha_6 + (1 - \tau_6) m_{36}^I m_{56}^I m_{65}^I \rho_5 \rho_6, \quad (4.8)$$

$$\varphi_{36}^K = m_{36}^K, \quad (4.9)$$

для корпусу

$$\varphi_{32}^I = m_{32}^I; \quad \varphi_{32}^K = m_{32}^K; \quad \varphi_{12}^I = m_{12}^I; \quad \varphi_{12}^K = m_{12}^K. \quad (4.10)$$

де  $m_{ij}^I, m_{ij}^K$  – коефіцієнти використання випромінювання і конвекції лампи щодо  $j$ -го елемента оболонки світильника;  $m_{56}^I, m_{65}^I$  – коефіцієнти використання відбитого променистого потоку;  $\alpha, \rho, \tau$  – оптичні коефіцієнти тіл для променистих потоків.

Коефіцієнти використання розраховують виходячи з просторового розподілу променистих потоків джерела і приблизно значення плоских кутів охоплення оболонки світильника (рис. 4.5).

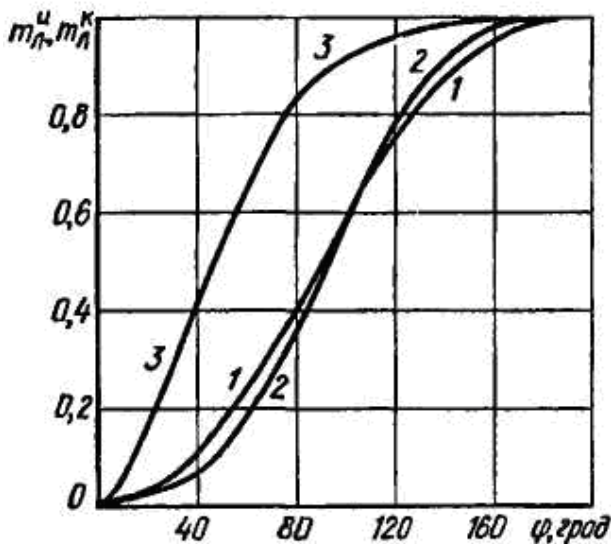


Рисунок 4.5 – Залежності для ламп:  
1 –  $m_{3j}^I$  для ЛР; 2 –  $m_{3j}^K$  для ЛР, ДРЛ;  
3 –  $m_{3j}^I$  для ДРЛ.

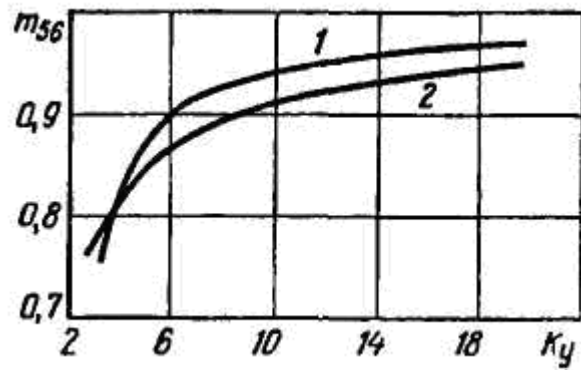


Рисунок 4.6 – Залежності  $m_{56}^I(K_y)$  для ламп: 1 – ЛР; 2 – ДРЛ

Вважаємо, що потік лампи, що падає на горловину відбивача, повністю поглинається корпусом світильника і вузлом кріплення патрона.

$$m_{12}^I = 1 \quad m_{12}^K = 0,92 .$$

Коефіцієнти  $m_{56}^I$  для глибоковипромінюючих світильників визначаються залежно від коефіцієнта посилення  $K_y$  по кривих на рисунку 4.6.

При розрахунках коефіцієнта пропонується вважати дифузним потік, відбитий від скла. Тоді частка відбитого потоку на колбу лампи:

$$m_{63}^I = \frac{S_3}{S_5 + S_6} \frac{\omega_6}{4\pi},$$

частка відбитого потоку на відбивач:

$$m_{65}^I = 1 - m_{63}^I,$$

де  $\omega_6$  — тілесний кут, що обпирається на захисне скло, з вершиною у світловому центрі світильника:  $\omega_6 = 2\pi \left(1 - \cos \frac{\Omega}{2}\right)$ , де  $\Omega$  — кут охвата захисного скла світлового приладу.

Оптичні коефіцієнти для металевих відбивачів визначають з виразу:

$$\rho_5 = \frac{\rho_4 M_4 + \rho_3 M_3}{M_4 + M_3},$$

де  $M_3 = \frac{Q_3^I}{Q_4^I + Q_3^I},$

$$M_4 = \frac{Q_4^I}{Q_4^I + Q_3^I}; \quad \rho_3 \quad \text{і}$$

$\rho_4$  — оптичні коефіцієнти потоків умовних джерел, що залежать від температури умовних джерел. Визначають для різних джерел за кривими (рис. 4.7)

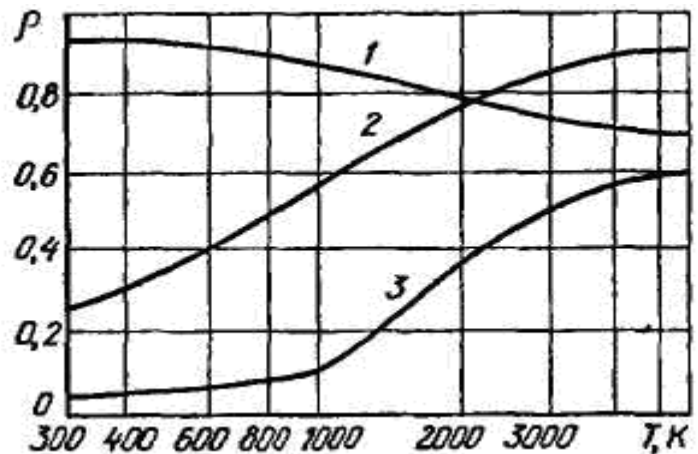


Рисунок 4.7 – Залежність  $\rho(T)$ : 1 –  $\rho_3$ ; 2 –  $\rho_4$

Оптичні коефіцієнти  $\rho$ ,

$\tau$  і  $\alpha$  для захисного скла визначають за колонціками (рис. 4.8, 4.9).

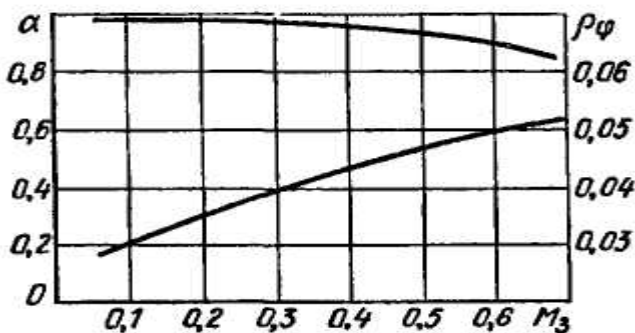


Рисунок 4.8 – Залежність  $\alpha_6(M_3)$  (знизу) і  $\rho_6(M_3)$  (зверху) для силікатного скла

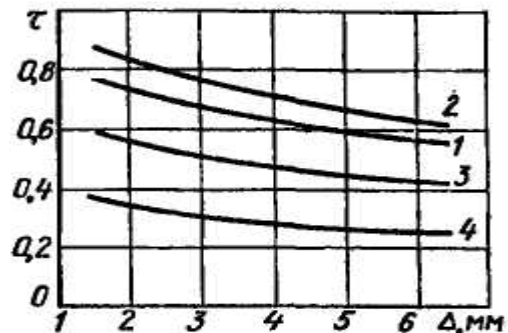


Рисунок 4.9 – Залежність  $\tau(\Delta)$  для різних ламп:  $\Delta$  товщина скла в мм: 1 – ЛР; 2 – ЛЛ; 3 – ДРІ; 4 – ДРЛ

Числові значення коефіцієнтів  $\varphi_{ij}$  знаходять шляхом підставлення знайдених значень у формули (4.6) – (4.10).

Наступним кроком є знаходження числових значень лівих частин формул (4.3)–(4.5). Розмірність цих частин має вимірюватися в Вт.

Рівняння теплового балансу розв’язують методом послідовних наближень за наступною схемою:

– задати (перше наближення): температуру відбивача  $T_5$ , захисного скла  $T_6$  і корпусу  $T_2$ ;

– розрахувати коефіцієнти тепловіддачі (див. далі), для цього використовувати задану температуру;

– знайти числові значення правих частин рівнянь теплового балансу (4.3)–(4.5);

– порівняти ліві й праві частини рівнянь теплового балансу;

– при їхньому незбіганні більш ніж на 3 % необхідно повторити розрахунок, задавшись новими значеннями температури.

Таким чином, шляхом кількох ітерацій знаходять температури елементів світильника.

Ефективний коефіцієнт тепловіддачі з поверхні  $j$ -го елемента СП визначають як  $\theta_1 R_j + \theta_2 \varepsilon_j$ , де  $\varepsilon_j$  – коефіцієнт випромінювання  $j$ -го елемента залежно від його матеріалу визначається з таблиці 4.2; коефіцієнти  $\theta_1(T)$  і  $\theta_2(T)$  визначають з рисунків 4.10, 4.11; коефіцієнт  $R_j$  для скла – 0,7, для решти елементів – 1.

Таблиця 4.2 – Коефіцієнти випромінювання  $\varepsilon_j$  і теплопровідності  $\lambda_j$

Найменування матеріалу	Температура, $^{\circ}\text{C}$	$\varepsilon_j \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$	$\lambda_j \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$
1	2	3	4
Алюміній полірований	50–100	0,04–0,006	200–210
Алюміній з поверхнею з нерівностями	20–50	0,06–0,07	200–210
Алюмініва фарба	50–100	0,28–0,67	200–210
Дюралюміній	20–100	0,28–0,67	165–180
Бронза полірована	50	0,1	60–80
Сталь листова оцинкована блискуча	30	0,23	60–80
Сталь листова оцинкована окислена	20	0,28	60–80
Латунь полірована	200	0,03	100–150
Латунь листова прокатна	20	0,06	100–150

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4
Мідь полірована	50–100	0,02	390
Сталь листовая прокатна	50	0,56	60
Дерево шліфоване, дуб	50	0,5–0,7	0,2–0,4
Фарби масляні різноманітного настою	100	0,92–0,96	0,2–0,4
Лак білий	40–100	0,8–0,95	0,2–0,4
Гума	20	0,86–0,96	0,13–0,16
1	2	3	4
Скло	20–100	0,90–0,95	0,74–0,8
	20–1000	0,87–0,72	
Скло кварцеве	400–800	0,7–0,42	1,5–2,4
Фарфор глазурований	400–800	0,92	1,5–2,4
Емаль біла на сталевій поверхні	20	0,91–0,93	1,5–2,4

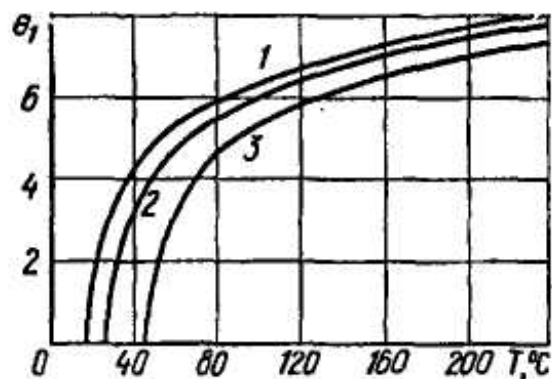


Рисунок 4.10 – Залежність  $\theta_1(T)$ ;  
 1 –  $T_0 = 20^\circ\text{C}$ ; 2 –  $T_0 = 30^\circ\text{C}$ ;  
 3 –  $T_0 = 50^\circ\text{C}$

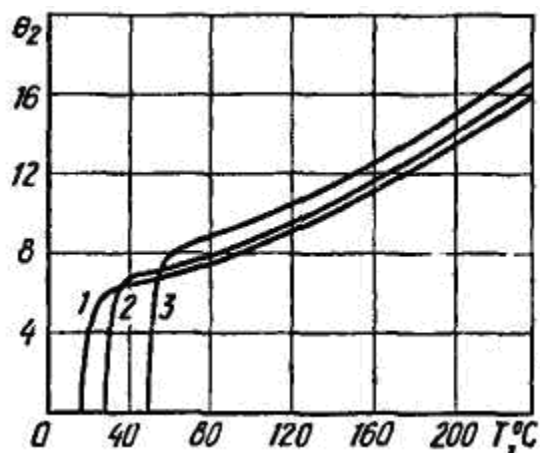


Рисунок 4.11 – Залежність  $\theta_2(T)$ ;  
 1 –  $T_0 = 20^\circ\text{C}$ ; 2 –  $T_0 = 30^\circ\text{C}$ ;  
 3 –  $T_0 = 50^\circ\text{C}$

У результаті розв'язання рівняння теплового балансу знаходять значення середніх температур: відбивача  $T_5$ , захисного скла  $T_6$ , корпусу  $T_2$ .

Надалі порівнюють розраховані значення температур із граничними температурами нагріву елементів світильника за таблицею 4.3 і проводять конструкторські рішення щодо розрахованих розмірів світильника.

Таблиця 4.3 – Граничні температури нагріву елементів світильника

Елементи світильника	Гранична температура нагріву, °С
1	2
Опорна поверхня з вогнетривкого матеріалу	90
Цоколь лампи біля скляної колби	210
Ізоляція проводів внутрішнього монтажу і під'єднувальних проводів, шнурів, кабелів, що не піддаються механічним навантаженням:	
– з гуми	90
– з полівінілхлориду	90
– з теплостійкого полівінілхлориду	150
– з кремнійорганічної гуми підвищеної твердості	200
Ізоляція проводів внутрішнього монтажу і під'єднувальних проводів, шнурів, кабелів, що піддаються механічним навантаженням:	
– з гуми	70
– з полівінілхлориду	70
– з теплостійкого полівінілхлориду	90
– з кремнійорганічної гуми підвищеної твердості	180
Деталі з ізоляційних (крім кераміки) матеріалів залежно від типу патрона:	
– E14, B15	135
– E27, B22	165
– E40	225
Деталі з термореактивних пластмас (крім проводів і патронів):	
– прес-маси на основі фенольних смол з дерев'яним наповнювачем	110
– прес-маси на основі фенольних смол з мінеральним наповнювачем	140
– прес-маси на основі меламінових смол з мінеральним наповнювачем	100
Деталі з гетинаксу і текстоліту	110–125
Деталі з гуми	
– звичайної	70
– силіконової	195–230
Деталі з дерева, паперу, текстилю	85
Вимикачі:	
– без указання температури	55
Рукоятки, кнопки, зовнішні поверхні до яких під час експлуатації часто доторкаються	55

Продовження таблиці 4.3

1	2
Обмотка ПРА або трансформатора:	
– без указання температури	170
– з указанням температури	
90	170
95	170
100	185
105	193
110	200
115	208
120	216
125	223
130	230
Корпус конденсатора:	60
– без указання температури	
– з указанням температури	+10
Вмонтовані світильники:	
– будь-яка частина досліджуваної поверхні	105
– будь-яка частина вмонтованої поверхні	155

Можливі варіанти висновків, щодо конструктивних рішень зменшення теплонапруги конструкції світильника:

1. Якщо розрахункові значення  $T_i$  менше допустимих температур на елементах СП (запас більше 30 %): можливий перерахунок габаритів основних елементів (корпусу, розсіювача, відбивача) у бік зменшення.

2. Якщо температури на критичних до нагріву елементах в основному відповідають їхнім робочим режимам і лише на деяких з них перевищують допустимі значення в 1,2–1,3 рази: можливі зміни розташування цих елементів, додатковий тепловий захист, використання ПРА з термовідключаючими елементами, теплотехнічне розділення зон розміщення патронів і ламп за допомогою тепловідбивних екранів, застосування теплофільтрів між лампами і розсіювачами або лампами і захисним склом, використання інтенсивної природної вентиляції теплонапружених порожнин.

3. Температура на окремих елементах СП більше ніж в 1,3 рази перевищує допустимі значення: необхідно переглянути вибрану конструктивно-світлотехнічну схему і матеріал, збільшити габарити основних вузлів, вжити спеціальні заходи для зниження теплонапруженості.



## 5 Порядок оформлення пояснювальної записки

Пояснювальна записка є текстовим технічним документом, що оформляється згідно з ДСТУ 2.105–78 (дод. Д).

Текст записки викладають машинописним або рукописним способом на папері стандартного формату.

Пояснювальна записка складається із розділів і підрозділів, або пунктів і підпунктів. Порядкові номери розділів, підрозділів і пунктів позначають арабськими цифрами з крапкою. Підпункти позначають аналогічно.

Найменування розділів мають бути короткими, відповідати змісту і записуватися у вигляді заголовка великими літерами. Крапку в кінці заголовка не ставлять. Найменування підрозділів також записують з великої літери у вигляді заголовку. Якщо заголовок складається з двох частин, їх розділяють крапкою.

Розгорнутий зміст пояснювальної записки розміщують на першому аркуші й зараховують у загальну кількість сторінок.

У вступі слід скорочено викласти суть питань, їх сучасний стан та шляхи подальшого розвитку.

Перелік використаної літератури розміщують у кінці пояснювальної записки. У ньому потрібно вказати: прізвище та ініціали автора, назву видання, рік випуску, номер, том, сторінку.

Скорочення слів у тексті й в підписах до ілюстрацій, як правило, не допускається, за винятком загальноприйнятих.

Для позначення параметрів у формулах потрібно використовувати символи, визначені відповідними стандартами. Формули, на які посилаються, нумерують арабськими цифрами, які ставлять у круглих дужках праворуч від формули.

Ілюстрації в пояснювальній записці нумерують також арабськими цифрами і супроводжують підрисуночним текстом. Вони можуть знаходитись у тексті, а також оформлятися у вигляді додатку. Кожний додаток має мати тематичний заголовок і оформлюється на окремому аркуші.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Айзенберг Ю. Б. Основы конструирования световых приборов : учебное пособие для вузов / Ю. Б. Айзенберг. – М. : Энергоатомиздат, 1996. – 704 с.
2. Айзенберг Ю. Б. Световые приборы: учебник для электромеханических техникумов / Ю. Б. Айзенберг. – М. : Энергия, 1980. – 464 с.
3. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю. Б. Айзенберга; – М. : Знак, 2006. – 972 с.
4. Світлові прилади: навч. посібник для студентів вищих технічних навчальних закладів / А. С. Литвиненко, О. Л. Черкашина ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 125 с.
5. Баландаева Л. Г. Эффективная методика расчета формы зеркального отражателя светильника с требуемой КСС / Л. Г. Баландаева, Г. А. Петченко, А. И. Токмань // Коммунальное хозяйство городов. – № 53. – 2003. – С. 207–210.
6. Петченко Г. А. Решение обратной задачи применительно к нахождению оптимального профиля дзеркального круглосимметричного отражателя в рамках метода элементарных отображений / Г. А. Петченко, Л. Д. Гуракова, Л. Г. Баландаева, Т. А. Хихля, В. И. Степура // Світлотехніка та електроенергетика. – № 1(9). – 2007. – С. 40–44.
7. Дмитренко Т. В. Расчет световых приборов с экологически перспективными источниками света / Т. В. Дмитренко, Г. А. Петченко // Коммунальное хозяйство городов. – № 74. – 2006. – С. 381–384.
8. Петченко Г. А. Апробация методики решения обратной задачи применительно к нахождению оптимальных габаритов отражателя светильника с заданным светораспределением / Г. А. Петченко, Л. Д. Гуракова, Л. Г. Баландаева, В. И. Степура // Тези допов. на XXXIV науково-техн. конференції. – Харків: ХНАМГ. – 2008. – С.40–41.
9. Г. О. Петченко. Технологія світлотехнічного виробництва / Г. О. Петченко, О. М. Ляшенко // Конспект лекцій для студентів 4 курсу денної і заочної форм навчання спец. 7.090605 / Харків: ХНАМГ, 2009. – 157 с.
10. Balandayeva L. G. Effective method for calculating the shape of specular reflector of the luminaire with the required luminous intensity distribution curve / L. G. Balandayeva, G. A. Petchenko, A. I. Tokman // Municipal services of cities. – № 53. – 2003. – P. 207–210.
11. Литвиненко А. С. Автономна система освітлення гібридного типу / А. С. Литвиненко, О. М. Діденко, Ю. О. Васильєва, Л. Д. Гуракова, К. І. Іоффе // Світлотехніка та електроенергетика. – 2016. – № 1 (45). – С. 12–18.
12. Литвиненко А. С. Забезпечення дозиметричного контролю лазерного випромінювання / А. С. Литвиненко, О. М. Ляшенко, В. М. Балабан, Є. П. Тимофеев // Український Метрологічний журнал. – 2017. – № 2 (45). – С. 27 – 32.

13. Литвиненко А. С. Обзор детекторов оптического излучения со 100% квантовой эффективностью / Матеріали допов. на VI Міжнар. науково-техн. конференції «Актуальні проблеми світлотехніки» // А.С. Литвиненко, Д. Н. Татянюк, Е. П. Тимофеев. – Харків: ХНУМГ.– 2017. – С. 27–28.
14. Литвиненко А. С. Світильники комбінованого освітлення / Матеріали допов. на VI Міжнар. науково–техн. конференції «Актуальні проблеми світлотехніки» // А.С. Литвиненко. – Харків: ХНУМГ.– 2017. – С. 81.
15. Литвиненко А.С. Альтернативные конструкции светодиодов / Матеріали допов. на VI Міжнар. науково–техн. конференції «Актуальні проблеми світлотехніки» // А. С. Литвиненко. – Харків: ХНУМГ.– 2017. – С. 82–83.
16. Балабан В. М. Забезпечення дозиметричного контролю лазерного випромінювання / В. М. Балабан, Є. П. Тимофеев, А. С. Литвиненко, О. М. Ляшенко // Метрологія та вимірювальна техніка : матеріали X Міжнарод. наук.-техн. конф., 5–7 жовтня 2016 р. / ННЦ «Інститут метрології». – Харків : ННЦ «Інститут метрології», 2016. – С. 122.
17. Назаренко Л. А. Світлотехнічні розрахунки. навч. посібник / Л. А. Назаренко, Т. В. Мажаровська, В. С. Чернець ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 142 с.
18. Назаренко Л. А. Штучне зовнішнє освітлення : навч. посібник / Л. А. Назаренко, К. І. Іоффе ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 88 с.
19. Petchenko G. A. Phonon damping of dislocations in potassium bromide crystals at different dislocation density values / G. A. Petchenko // Functional Materials. – 2000. – V. 7, № 4(2). – P. 785–789.
20. Petchenko G. A. Study of ultrasound absorption by dislocations in KBr single crystals under low static stresses / G. A. Petchenko // Functional Materials. – 2001.–V. 8, № 3. – P. 483–487.
21. Petchenko A. M. Dynamic damping of dislocations with phonons in KBr single crystals / A. M. Petchenko, G. A. Petchenko // Functional Materials. – 2006. – V. 13, № 3. – P. 403–405.
22. Petchenko A. M. Features of resonance absorption of longitudinal ultrasound in strained crystals KBr at temperature variations / A. M. Petchenko, G. A. Petchenko // Functional Materials. – 2007. – V. 14, № 4. – P. 475–479.
23. Petchenko A. M. Effect of crystal pre-straining on phonon damping of dislocations / A. M. Petchenko, G. A. Petchenko // Functional Materials. – 2008. – V. 15, № 4. – P. 481–486.
24. Petchenko G. A. The dislocation resonance absorption of ultrasound in KBr crystals at low temperatures / G. A. Petchenko, A. M. Petchenko // Functional Materials. – 2009. – V. 16, № 3. – P. 253–257.
25. Петченко А. М. Особенности поглощения ультразвука в кристаллах LiF при варьировании плотности дислокаций / А. М. Петченко, Г. А. Петченко // Вісник ХНУ ім. В.Н. Каразіна. Сер. «Фізика». – 2009. – Вип. 12, № 865. – С. 39–44.

26. Petchenko O. M. Phonon drag of dislocation in KCl crystals with various dislocation structure states / O. M. Petchenko, G. O. Petchenko // Ukrainian journal of physics. – 2010. – V. 55, № 6. – P. 716–721.

27. Petchenko G. A. The study of the dislocation resonance in LiF crystals under the influence of the low-dose X-irradiation / G. A. Petchenko, A. M. Petchenko // Functional Materials. – 2010. – V. 17, № 4. – P. 421–424.

28. Petchenko G. O. Acoustic studies of the effect of X-ray irradiation on the dynamic drag of dislocations in LiF crystals / G. O. Petchenko // Ukrainian journal of physics. – 2011. – V. 56, № 4. – P. 339–343.

29. Петченко Г. А. Исследование дислокационных потерь ультразвука в облученных монокристаллах LiF в интервале доз облучения 0...400 Р / Г. А. Петченко // Вопросы атомной науки и техники. – 2012. – № 2 (78). – С. 36–39.

30. Методичні рекомендації до виконання лабораторних та контрольних робіт, самостійного вивчення курсу з навчальної дисципліни «Системи керування світлотехнічними пристроями» (для магістрів денної і заочної форм навчання спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка освітньо-професійної програми «Світлотехніка і джерела світла») / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. : К. І. Суворова, А. І. Колесник. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 27 с.

31. Petchenko G. A. Dynamic damping of dislocations in the irradiated LiF crystals / G. A. Petchenko // Functional Materials. – 2012.– V. 19, № 4. – P. 473–477.

32. Petchenko G. A. Research of the preliminary deformation and irradiation effect on the viscous damping of dislocation in LiF crystals / G. A. Petchenko // Functional Materials. – 2013. – V. 20, № 3. – P. 315–320.

33. Petchenko G. O. Research of the elastic wave velocity dispersion in X-ray-irradiated LiF crystals / G. O. Petchenko, O. M. Petchenko // Ukrainian journal of physics. – 2013. – V. 58, № 10. – P. 974–979.

34. Петченко Г. А. Изучение природы радиационных дефектов в облученных кристаллах LiF / Г. А. Петченко // Вісник ХНУ ім. В. Н. Каразіна. Сер. «Фізика». – 2013. – Вип. 18, № 1075. – С. 50–54.

35. Petchenko G. A. The effect of preliminary deformation and irradiation on the optical absorption in LiF crystals / G. A. Petchenko, S. S. Ovchinnikov // Problems of atomic science and technology. – 2014. – № 2(90). – P. 29–33.

36. Petchenko G. A. Dependence of electronic color center concentration on the state of irradiated LiF crystal dislocation structure / G. A. Petchenko, A. M. Petchenko // Problems of atomic science and technology. – 2015. – № 2(96). – P. 25–28.

37. Petchenko G. A. Influence of elastic stresses and temperature on the dislocation unpinning from the stoppers in KCl crystals / G. A. Petchenko, A. M. Petchenko // Functional Materials. – 2015. – № 3. – P. 293–298.

38. Petchenko G. A. Thermal activation analysis of the dislocation unpinning from stoppers in KCl crystals / G. A. Petchenko, A. M. Petchenko // Вісник ХНУ ім. В. Н. Каразіна. Сер. «Фізика». – 2015. – Вип. 23. – С. 28–31.

39. Petchenko G. Color center concentration in irradiated and deformed functional materials / Матеріали допов. на VI Міжнар. науково-техн. конференції «Актуальні проблеми світлотехніки» // G. Petchenko. – Харків: ХНУМГ.– 2017. – С. 30–31.

40. Petchenko G. The optical absorption in functional materials / Матеріали допов. на VI Міжнар. науково-техн. конференції «Актуальні проблеми світлотехніки» // G. Petchenko, S. Ovchinnikov. – Харків: ХНУМГ.– 2017. – С. 32–33.

41. Петченко Г. О. Вплив механічної обробки на оптичні характеристики функціональних матеріалів / Матеріали 13-ї Міжнародної конференції «Фізичні явища в твердих тілах» // Г. О. Петченко, О. М. Петченко. – Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна (Україна). – 2017. – С. 162.

42. Petchenko G. O. Nonmonotonical deformation dependence of color center concentration in functional materials / G. O. Petchenko, O. M. Petchenko, M. Ya. Rokhmanov // Світлотехніка та електроенергетика. –2017. – № 2 (49). – С. 22–24.

43. Petchenko G. O. The optical absorption in irradiated by X-ray and deformed functional materials / G. O. Petchenko, O. M. Petchenko, S. S. Ovchinnikov, M. Ya. Rokhmanov // Світлотехніка та електроенергетика. – 2017. – № 2 (49). – С. 30–33.

44. Петченко Г. О. Вплив дислокаційної структури кристалів LiF на їх світлотехнічні і колориметричні характеристики / Г. О. Петченко, О. М. Петченко // Світлотехніка та електроенергетика. –2017. – № 3 (50). – С. 25–30.

45. Колесник А. І. Методики та результати експериментальних досліджень відводу тепла від світлодіодного приладу / А. І. Колесник, Д. О. Усиченко, Л. А. Назаренко // Світлотехніка та електроенергетика. – 2017. – № 49 (2). – С. 25–29.

46. Kolesnyk A. I. Investigation of thermal characteristics of light-emitting diodes / A. I. Kolesnyk, LA Nazarenko // Lighting engineering and power engineering. – 2016. – No. 46 (2). – P. 27–30.

47. Колесник А. І. Теплове дослідження профілю світлодіодного світильника в програмному середовищі Solidworks Simulation / А. І. Колесник, Д. О. Усиченко, Л. А. Назаренко // Актуальні проблеми світлотехніки : матеріали VI Міжнарод. наук.-техн. конф., 4–6 жовтня 2017 р. / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – С. 51–53.

48. Колесник А. І. Методики та результати експериментальних досліджень відводу тепла від світлодіодного приладу / А. І. Колесник, Л. А. Назаренко // Актуальні проблеми світлотехніки : матеріали VI Міжнарод. наук.-техн. конф., 4–6 жовтня 2017 р. / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2017. – С. 71–72.

49. Колесник А. І. Особливості розрахунку тепловідводу для світлодіодних вуличних світильників / А. І. Колесник, Л. А. Назаренко // Метрологія та вимірювальна техніка : матеріали X Міжнарод. наук.-техн. конф., 5–7 жовтня 2016 р. / ННЦ «Інститут метрології». – Харків : ННЦ «Інститут метрології», 2016. – С. 116.

49. Колесник А. І. Результати дослідження розподілу температурних полів світильника / А. І. Колесник, Д. О. Усіченко // Світлотехніка й електроенергетика: історія, проблеми, перспективи: матеріали VI Міжнарод. наук.-техн. конф., 30 січня – 2 лютого 2018 р. / м. Тернопіль, м. Яремче (Україна). – Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2018. – С. 38.

50. Актуальні проблеми світлотехніки : матеріали VI Міжнарод. наук.-техн. конф. в рамках форуму «LIGHT FORUM 2017», Харків, 4–6 жовтня 2017 р. / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 180 с.

51. Пат. № 121594 Україна, U 201705779. Світлодіодний світильник / А. С. Литвиненко; заявл. 02.05.17; опубл. 01.07.17, Бюл. № 22. – 4 с.

52. Пат. № 121541 Україна, U 201705827. Фотометр двоканальний мезопічний / А. С. Литвиненко; заявл. 02.05.17; опубл. 02.07.17, Бюл. № 22. – 4 с.

53. Пат. № 109986 Україна. Світлодіодний світильник / А. С. Литвиненко; заявл. 02.09.15; опубл. 26.10.2015, Бюл. № 20. – 4 с.

## ДОДАТОК А

### Титульний аркуш технічного завдання (ТЗ)

Титульний аркуш технічного завдання має містити: найменування розробки, підписи розробника і замовника.

Екз. №. \_\_

**УЗГОДЖЕНО**  
(посада, організація  
виконавця)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
(посада, організація  
замовника)

**Підпис**  
(ініціали, прізвище  
виконавця)

**Підпис**  
(ініціали прізвище  
замовника)

дата \_\_\_\_\_

дата \_\_\_\_\_

### ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ на дослідно-конструкторську роботу

РОЗРОБКА \_\_\_\_\_  
(найменування розробки)

РІК

## ДОДАТОК Б

Клас Група		I	II	III	IV	V	VI	VII
A	A1							
	A2							
Б	Б1							—
	Б2					—	—	
	Б3	—				—		—

Рисунок Б. 1 – Конструктивно-світлотехнічні схеми світильників

Таблиця Б.1 – Класифікація СП за способом розміщення

Індекс категорії розміщення	Характеристика розміщення СП
1	Для роботи у відкритому повітрі
2	Для роботи у приміщеннях, які мають вільний доступ зовнішнього повітря або під дахом (при відсутності опадів та радіації)
3	Для роботи у закритих приміщеннях з природною вентиляцією (коливання внутрішніх факторів набагато менш зовнішніх)
4	Для роботи у приміщеннях з кліматичними факторами, які частково регулюються, в тому разі:
4.1	Для роботи у приміщеннях з кліматичними факторами, які частково регулюються – кондиціонуванням повітря.
4.2	Для роботи у приміщеннях з кліматичними факторами, які частково регулюються – в житлових, лабораторіях.
5	Для роботи у приміщеннях з підвищеною вологістю (неопалюваємо, невентильовано, підземні, шахтні, судові, підвальні, на виробництві)

Таблиця Б.2 – Класифікація СП за кліматичними факторами

Індекс	Клімат
У	Помірний
ХЛ	Холодний
ТВ	Тропічний вологий
ТС	Тропічний сухий
Т	Тропічний сухий та вологий
О	Будь-який на суші
В	Будь-який на суші та морі



Таблиця Б.3 – Захист світлових приладів від ураження електричним струмом

Класи захисту світлових приладів від ураження електричним струмом	Фактори, що визначають приналежність до класу
0	СП має робочу ізоляцію без заземлюючого проводу
0I	СП має робочу ізоляцію, елемент для заземлення і провід без заземлюючої жили для приєднання до джерела живлення
I	СП має робочу ізоляцію і елемент для заземлення. Провід для приєднання до джерела живлення має мати жилу, що заземляється і вилку із заземлюючим контактом
II	СП має подвійну або посилену ізоляцію і не має елементів для заземлення
III	СП призначені для роботи при безпечній наднизькій напрузі (42В, або в особливо небезпечних зонах 12В) не мають ні зовнішніх, ні внутрішніх електричних ланцюгів, що працюють при іншій напрузі.

Таблиця Б.4 – Опір і електрична міцність ізоляції СП

Ізоляція	Опір ізоляції, МОм, класів СП		Випробувальна напруга, В, класів СП		
	0, 0I	II, III	0, 0I, I	II	III
Між струмоведучими провідниками або затискачами для приєднання до мережі живлення	2,0	2,0	2,0	2,0	0,5
Між струмоведучими частинами та корпусом	2,0	4,0	2,0	4,5	0,5
Ізольюючих втулок	2,0	4,0	2,0	4,5	0,5
Між витком заземлення та металевими неструмопровідними частинами СП	0,5	0,5	–	–	–

Таблиця Б.5 – Розміри повітряних зазорів

Місце вимірювання	Шляхи витоку і повітряні зазори, не менше, мм для класів захисту						
	0,0I, I			II			III
	Для робочої напруги, В, до						
	24	250	500	24	250	500	
Що перебувають під напругою частин без покриття або через заливну масу товщиною не менше 2,5 мм.	2	6	8	2	8	10	2
Через заливну масу товщиною не менше 2,5 мм	–	4	6	–	6	8	–

Вибухонебезпечні приміщення поділяють на:

В–I – у яких знаходяться горючі гази або пари, які здатні створювати з повітрям вибухонебезпечні суміші в нормальних умовах роботи;

В–Iа – вибухонебезпечні суміші можуть виникати тільки при аварії;

В–Іб – вибухонебезпечні суміші можуть виникати лише при аварії, але мають нижню межу вибуху вище ніж В–Іа, або їхнього небезпечна концентрація може виникнути тільки локально;

В–Іг – зовнішні установки, що містять газ, пару, горючі речовини, вибух яких може відбуватися лише в результаті аварії;

В–ІІ – у яких знаходяться зважений пил або волокна в нормальних умовах роботи;

ВІА – у яких знаходяться зважений пил або волокна в нормальних умовах роботи, вибух можливий лише в аварійному режимі

Вибухозахищені СП мають такі способи вибухозахисту:

Вибухонепроникна оболонка – це вид вибухозахисту СП, які мають оболонку, що витримує тиск вибуху всередині неї і запобігає розповсюдженню вибуху з оболонки в навколишнє вибухонебезпечне середовище.

Іскробезпечний електричний ланцюг – вид вибухозахисту, при якому електричний ланцюг СП роблять таким чином, що електричний розряд або її нагрів не може запалити вибухонебезпечне середовище.

Захист виду «е» – вид вибухозахисту, який реалізується завдяки тому, що елементи СП не мають частин, які нормально іскрять, а також вжито ряд заходів, які ускладнюють виникнення нагріву, іскор, електричних дуг.

Заповнення або продування оболонки надмірним тиском – вид вибухозахисту, при якому СП заповнюється прозорою рідиною і має вимірювальний пристрій для відключення напруги живлення при зниженні тиску.

Автоматичне захисне відмикання – вид вибухозахисту, який забезпечує автоматичне виключення СП від джерела струму при руйнуванні колби лампи або світлопрозорого елемента.

Таблиця Б.6 – Класифікація пожеженебезпечних приміщень

П – І	Містять горючу речовину з температурою займання понад 45 <sup>0</sup> С	Повністю порохозахищені, порохонепроникні
П – ІІ	Присутні горючі порошок або волокна в завислому стані	Повністю порохозахищені, порохонепроникні
П – ІІа	Містять тверді або волокнисті горючі речовини	Порохонепроникні з захисним ковпаком
П – ІІІ	Зовнішні пристрої, в яких зберігаються або використовуються горючі властивості з температурою займання понад 45 <sup>0</sup> С	Частково або порохозахищені

Таблиця Б.7 – Рекомендації щодо вибору ступеня захисту залежно від пожежної небезпеки

Лампи	Виробничі та складські приміщення		Виробничі	Складські приміщення		Зовнішні
	П-I	П-II	П-IIa, П-II	П-IIa	П-II	П-III
ЛР	IP5 x x	IP5 x	IP 2'x'	IP 2'x'	IP 2'x'	IP 2'3'
ДРЛ, МГЛ	IP5 x	IP5 x	IP2 x <sup>2</sup>	IP2 x <sup>2</sup>	IP2 x <sup>2</sup>	IP2 3 <sup>2</sup>
ЛЛ	IP 5'x	IP 5'x	IP2 x <sup>3</sup>	IP2 x <sup>3</sup>	IP2 x <sup>3,4</sup>	IP2 3 <sup>2</sup>

Таблиця Б.8 – Ступінь жорсткості СП

механічні фактори		Параметри характеристик			Міра жорсткості
		діапазон частот, Гц	максимальне прискорення, м/с	тривалість удару	
вібраційні		1-35	5		I
		1-60	20		III
		100-5000	400		xx
удари	багатократні		150	2-15	I
			1000	1-3	
	одиначні		40	40-60	I
			30000	0,2-0,5	VIII
лінійне навантаження			100		I
					II
			5000		VII

Таблиця Б.9 – Ступень захисту від зовнішніх механічних впливів (коди ІК)

БГ код	Енергія удару	Опис	Приклад
ІК00	–	–	–
ІК01	0,15	–	–
ІК02	0,2	Стандартний	Стандартний світильник. Закритий світильник із плафоном з поліметилметакрилату
ІК03	0,3		
ІК04	0,5	Міцніше стандартного	Відкритий світильник із зміцненою оптичною системою
ІК05	0,7		
ІК06	1		
ІК07	2	зміцнений	
ІК08	5	Вандалозахисний	Закритий світильник із плафоном з полікарбонату або скла
ІК09	10		
ІК10	20	Вандалостійкий	Закритий світильник

Таблиця Б.10 – Ступінь захисту СП від проникнення твердих сторонніх частинок (включаючи пил), та ступінь захисту персоналу від стикання із струмопровідними частинами

Індекс	Клас СП	Підклас СП	Ступінь захисту СП
2	Пилонезахищені	Відкриті	Спеціальний захист від пилу відсутній; є захист від дотику пальцями
		Перекриті	Спеціальний захист від пилу відсутній; проникнення пилу обмежено світлопрозорою оболонкою
5	Пилозахищені	Повністю пило– захищені	Захист від попадання пилу на струмопровідної частини та на колбу; допустиме незначне проникнення пилу; повний захист персоналу від можливого дотику пальцями
		З обмеженим пилозахистом	Захист від попадання пилу на струмоведучі частини; допустиме незначне проникнення пилу; повний захист персоналу від можливого дотику пальцями
6	Пилонепроникні	Повністю пилонепроникні	Повний захист від пилу; Повний захист персоналу від можливого дотику пальцями
		З обмеженою пилонепроникністю	Повний захист від попадання пилу на струмоведучі частини; Повний захист персоналу від можливого дотику пальцями

Таблиця Б.11 – Ступені захисту СП від води

Числовий індекс	Клас СП	Ступень захисту від води
0	Водонезахисні	Захист відсутній
2	Каплезахисні	Захист від капель, які падають під кутом до вертикалі 15 <sup>0</sup>
3	Дощезахисні	Захист від дощу, який падає під кутом до 60 <sup>0</sup>
4	Бризкозахисні	Захист від бризок, які падають під любым кутом
5	Струмоезахисні	Захист від струменів води, які падають під любым кутом
6	Хвилезахисні	Захист від впливу морської води
7	Водонепроникні	Захист від попадання води при занурюванні на задані глибини на годину
8	Герметичні	Захист від попадання води при занурюванні на задані глибини на необмежений час

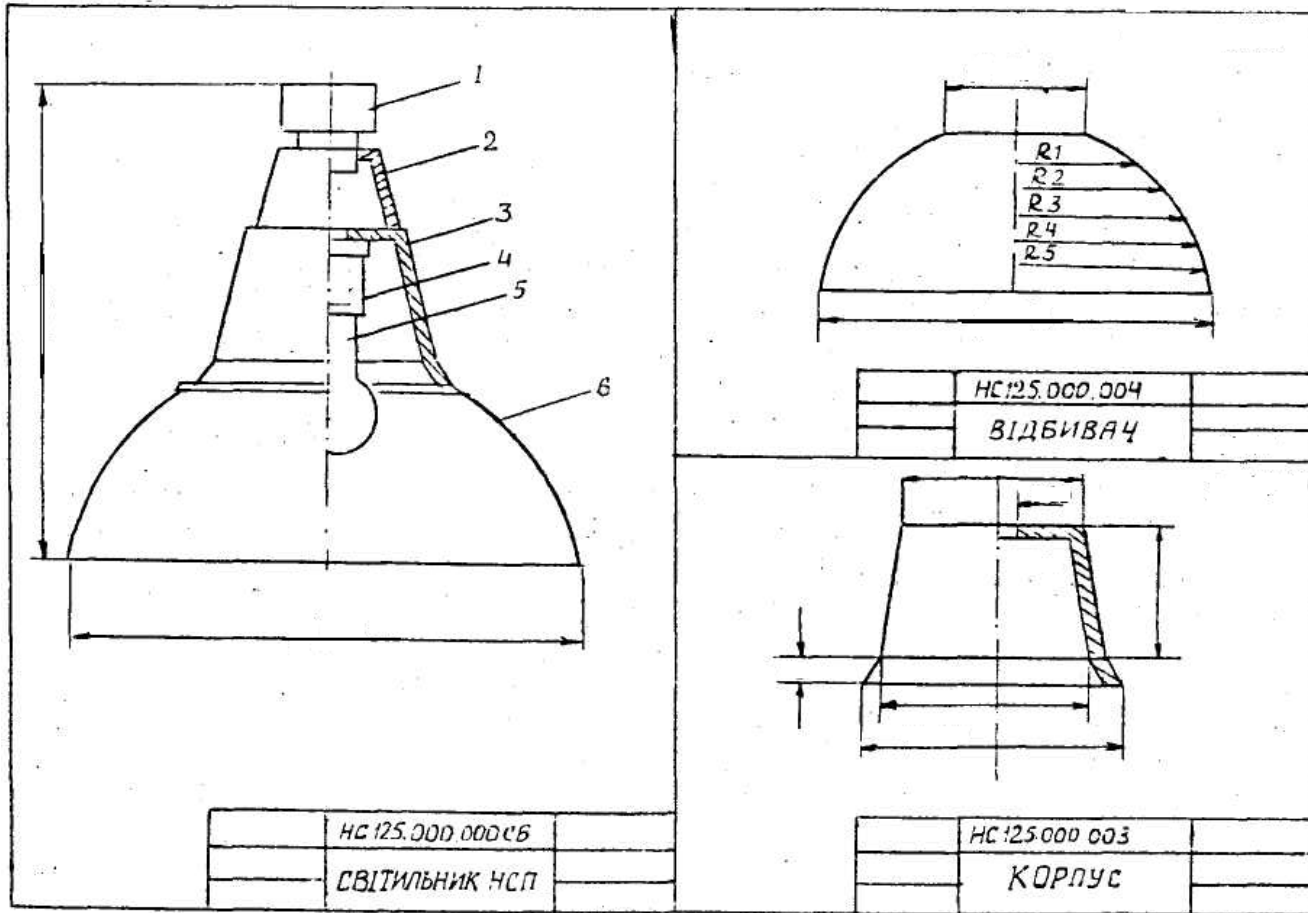
Таблиця Б.12 – Вимоги до на конструкції СП відповідно до класифікації приміщень

<b>Класифікація приміщень</b>	<b>Характеристика середовища</b>	<b>Тип СП</b>
<b>Сухі</b>	Відносна вологість < 60%	Незахищені відкриті
<b>Вологі</b>	Пара, волога, що конденсується у невеликої кількості (відносна вологість 60–70 %)	Незахищені відкриті
<b>Сирі</b>	Пара, волога, яка конденсується (відносна вологість >70 %)	Незахищені відкриті
<b>Особливо сирі</b>	Пара, волога, яка конденсується (відносна вологість 100 %)	Бризко– або струмозахищені
<b>Спекотні</b>	Тривалий час температури >30 %	Незахищені відкриті
<b>Запилені</b>	Виділяється технологічний пил, який може осідати на проводах і потрапляти всередину СП	Незахищені відкриті полезахищені пилонепроникні

## ДОДАТОК В

ЛР																				
Потужність ламп, Вт		Середня температура, °С		Площа поверхні, м <sup>2</sup>		Складові теплого потоку ламп, %						а, см	$T_0, ^\circ\text{C}$	$T_4 \cdot 10^3, ^\circ\text{C}$	d, см	$h', \text{см}$	$h_1, \text{см}$	$\Delta, \text{мм}$	$K_V$	$h_3, \text{мм}$
		Колба	Патрон	Колба	Патрон	Джерело світла,		Колба		Патрон										
						$Q_i^H$	$Q_i^K$	$Q_3^H$	$Q_3^K$	$Q_1^H$	$Q_1^K$									
1000	146	73	0,0846	0,019	81,24	0,66	9,5	7,7	0,43	0,5	0,4	25	20	3	10	3	10	3	5	179
750	126	62	0,0846	0,019	80,2	0,68	9,8	8,4	0,43	0,67	0,5	23	30	2,5	9	3	10	3	6	179
500	140	68	0,0465	0,019	78,8	1,2	9,8	8,7	0,75	1,2	0,75	18	50	2,4	8	2	10	2	8	132
300	105	53	0,0465	0,019	77,6	1,3	9,9	9,3	0,8	1,3	1,1	15	20	2	8	2	9	4	10	108
200	120	80	0,0253	0,0075	75,7	1,75	10	10	1,5	1,8	1	14	50	2,2	7	3	9	5	13	103
100	101	70	0,016	0,0075	73,4	2,8	9,5	9,9	2,4	2,8	2	12	30	2,2	5	2	8	4	4	55
40	71	60	0,0123	0,0075	64,7	5,5	9,8	11,2	4,8	5,5	4	10	30	2,2	5	1	8	3	3	55
1000	146	73	0,0846	0,019	81,24	0,66	9,5	7,7	0,43	0,5	0,4	24	50	3	10	3	10	2	6	179
750	126	62	0,0846	0,019	80,2	0,68	9,8	8,4	0,43	0,67	0,5	22	20	2,9	9	2	10	3	7	179
500	140	68	0,0465	0,019	78,8	1,2	9,8	8,7	0,75	1,2	0,75	17	20	3	7	2	9	4	5	132
300	105	53	0,0465	0,019	77,6	1,3	9,9	9,3	0,8	1,3	1,1	16	30	3	6	1	8	5	9	108
200	120	80	0,0253	0,0075	75,7	1,75	10	10	1,5	1,8	1	14	50	2,5	5	1	7	3	11	103
100	101	70	0,016	0,0075	73,4	2,8	9,5	9,9	2,4	2,8	2	12	50	2	5	1	7	2	13	55
40	71	60	0,0123	0,0075	64,7	5,5	9,8	11,2	4,8	5,5	4	10	30	2,3	5	1	7	3	10	55
1000	146	73	0,0846	0,019	81,24	0,66	9,5	7,7	0,43	0,5	0,4	22	30	2,8	10	3	10	4	8	179
750	126	62	0,0846	0,019	80,2	0,68	9,8	8,4	0,43	0,67	0,5	21	20	2,5	10	3	9	5	9	179
500	140	68	0,0465	0,019	78,8	1,2	9,8	8,7	0,75	1,2	0,75	17	50	2,4	9	3	9	6	7	132
300	105	53	0,0465	0,019	77,6	1,3	9,9	9,3	0,8	1,3	1,1	16	30	2	8	2	8	5	6	108
200	120	80	0,0253	0,0075	75,7	1,75	10	10	1,5	1,8	1	15	50	3	7	2	8	4	5	103
100	101	70	0,016	0,0075	73,4	2,8	9,5	9,9	2,4	2,8	2	10	50	2	5	2	6	3	4	55
40	71	60	0,0123	0,0075	64,7	5,5	9,8	11,2	4,8	5,5	4	9	20	2	5	1	6	4	9	55
1000	146	73	0,0846	0,019	81,24	0,66	9,5	7,7	0,43	0,5	0,4	22	20	2,8	9	2	9	4	5	179
750	126	62	0,0846	0,019	80,2	0,68	9,8	8,4	0,43	0,67	0,5	21	20	2,6	9	2	9	3	6	179
500	140	68	0,0465	0,019	78,8	1,2	9,8	8,7	0,75	1,2	0,75	18	50	2,4	7	2	8	3	7	132
300	105	53	0,0465	0,019	77,6	1,3	9,9	9,3	0,8	1,3	1,1	13	20	2,5	6	1	8	2	4	108
200	120	80	0,0253	0,0075	75,7	1,75	10	10	1,5	1,8	1	12	30	2,8	5	1	7	5	5	103
100	101	70	0,016	0,0075	73,4	2,8	9,5	9,9	2,4	2,8	2	11	30	2	5		7	3	6	55
40	71	60	0,0123	0,0075	64,7	5,5	9,8	11,2	4,8	5,5	4	10	30	2	5		5	2	9	55

# ДОДАТОК Г



39

Формат	Лист	Листів	Позначення	Найменування	Кільк.
				Конструкторська документація	
				Експлауаційне креслення	
24			НС 125.000.000.006		
22	1		НС 125.000.001	КІЛЬЦЕ	1
22	2		НС 125.000.002	СТАКАН	1
22	3		НС 125.000.003	ЕКРАН	1
22	4		НС 125.000.004	ВІДБИВАЧ	1
22	5		НС 125.000.005	СТОЯК	1
22	6		НС 125.000.006	СКОБА	1
12	10		НС 125.000.010	ПЕТАЯ	3
12	11		НС 125.000.011	ПРУЖИНА	3
ПОКУПНІ ВИРОВИ					
	7		ГОСТ 7399-80	ПРОВІД ШЗВЛ	2
	8		ГОСТ 27462-82	ПАТРОН Е27	1
	9		ГОСТ 1182-82	ЛАМПА ЛБ-250	1
СВІТИЛЬНИК НСП					

## ДОДАТОК Д

### МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

#### ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА КАФЕДРА СВІЛОТЕХНІКИ ТА ДЖЕРЕЛ СВІТЛА

#### ЗАВДАННЯ

до РГР

з курсу «Розрахунок і конструювання світлових приладів»

1. ВИХІДНІ ДАНІ: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

#### 1. ЗМІСТ РГР:

- 1) Розробити ТЗ на світильник.
- 2) Розробити ескізний проект світильника.
- 3) Розробити складальне креслення та робочі креслення основних функціональних деталей світильника.
- 4) Скласти специфікації та відомості покупних виробів.
- 5) Розрахувати тепловий режим світлового приладу.
- 6) Оформити пояснювальну записку.

#### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН:

Найменування етапів курсового проекту	Строк видачі	Строк виконання	Відмітка про виконання
1 Розробка ТЗ			
2 Розробка конструкції СП і ескізного проекту			
3 Розрахунок теплового режиму СП			
4 Оформлення пояснювальної записки			
5 Здача РГР на перевірку			

Студент \_\_\_\_\_ Керівник \_\_\_\_\_  
/підпис/ /підпис/

«\_\_» \_\_\_\_ р.



*Виробничо-практичне видання*

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання розрахунково-графічної роботи  
з навчальної дисципліни

**«РОЗРАХУНОК І КОНСТРУЮВАННЯ  
СВІТЛОВИХ ПРИЛАДІВ»**

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

Укладачі : **ЧЕРКАШИНА** Олена Леонідівна,  
**НАЗАРЕНКО** Леонід Андрійович,  
**ПЕТЧЕНКО** Гліб Олександрович,  
**КОЛЕСНИК** Анастасія Ігорівна,  
**БАЛАНДАЄВА** Людмила Георгіївна

Відповідальний за випуск *О. М. Ляшенко*

Редактор *Ю. Ц. Гльницька*

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

План 2018, поз. 266М

---

Підп. до друку 27.03.2018      Формат 60×84/16

Друк на різнографі. Ум. друк. арк. 0,9

Тираж 50 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач:

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

Електронна адреса: [rektorat@kname.edu.ua](mailto:rektorat@kname.edu.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.