

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

Кафедра світлотехніки  
та електротехніки

**Методичні вказівки до практичних робіт**

**з курсу**

# **«ПРОЕКТУВАННЯ ПРОМИСЛОВОГО ОСВІТЛЕННЯ»**

*для студентів спеціальності 8.05070105  
всіх форм навчання*



Тернопіль – 2015

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

Кафедра світлотехніки  
та електротехніки

**Методичні вказівки до практичних робіт**

**з курсу**

**«ПРОЕКТУВАННЯ ПРОМИСЛОВОГО  
ОСВІТЛЕННЯ»**

*для студентів спеціальності 8.05070105  
всіх форм навчання*

Тернопіль – 2015

Методичні вказівки до виконання практичних занять з курсу «Проектування промислового освітлення» для студентів спеціальності 8.05070105 «Світлотехніка і джерела світла» / Укл. Костик Л.М., ТНТУ, 2015. - \_\_\_\_ с.

**Укладач:** к.т.н., доц. Костик Л.М.

**Рецензент:** д.т.н., проф. Андрійчук В.А.

**Відповідальна за випуск:** Костик Л.М.

Курс лекцій розглянуто і затверджено на засіданні кафедри світлотехніки та електротехніки  
Протокол № 2 від 22 вересня 2015 р.

Схвалено і рекомендовано до друку методичною Радою ЕМФ Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.  
Протокол № 1 від 1 жовтня 2015 р.

## **Завдання для виконання практичних завдань з курсу «Проектування промислового освітлення»**

При вивченні курсу «Проектування промислового освітлення» важливим є набуття практичних навичок розрахунків та проектування освітлювальних установок для різних типів виробництв з урахуванням особливостей їх мікроклімату та режимів роботи.

Завданням практичного проектування є навчитися використовувати теоретичні знання, нормативну та довідникову літературу, різні методи світлотехнічних розрахунків та комп'ютерного моделювання для розробки освітлювальних установок.

Світлотехнічний проект освітлювальної установки повинен складатися з таких пунктів:

1. Аналіз заданого промислового приміщення з точки зору наявності особливих вимог до освітлювальних установок, розміщення робочих зон, особливих умов зорової роботи.
2. Вибір систем і видів освітлення для даного приміщення.
3. Встановлення нормованих значень освітленості.
4. Вибір типів джерел світла.
5. Вибір типів світлових приладів.
6. Розрахунок кількості та розташування світильників.

## Теоретичні відомості

Освітлювальні установки промислових підприємств України споживають більше 40% електроенергії, що витрачається на штучне освітлення.

Умови штучного освітлення на промислових підприємствах відчутно впливають на зорову роботу, фізичний і нервово-психологічний стан людей, а отже, на продуктивність праці, якість продукції і рівень виробничого травматизму. Чим точніша і напруженіша виконувана зорова робота, тим більший цей вплив. Численними дослідженнями встановлені залежності функцій зору від умов штучного освітлення. Ними керуються при нормуванні кількісних і якісних характеристик промислових освітлювальних установок і при виробленні рекомендацій з вибору джерел світла, систем і способів штучного освітлення.

Збільшення освітленості у виробничих приміщеннях і в місцях проведення зовнішніх робіт позитивно впливає на такі функції зору, як гострота, стійкість ясного бачення, швидкість розрізнення, контрастна чутливість. При підвищенні контрасту між об'єктом розрізнення і фоном, на якому об'єкт розглядається, зорова працездатність збільшується. Вона також залежить від співвідношення яскравостей робочої зони і навколишнього фону, що попадає в поле зору працюючого: із збільшенням цього співвідношення працездатність знижується. Більш сприятливе співвідношення яскравостей має місце при системі загального освітлення, менш сприятливе - при комбінованому освітленні. В останньому випадку умови зорової роботи поліпшуються при підвищенні яскравості фону, що досягається підвищенням коефіцієнтів відбивання поверхонь приміщень (стін, стелі, підлоги) і виробничого устаткування. Однак занадто світлі поверхні стін, підлоги й устаткування можуть негативно впливати, а в ряді випадків неприпустимі.

Багато виробничих операцій вимагають визначеного напрямку світла, при якому на робочій поверхні створюються найбільш сприятливі умови зорової роботи. Наприклад, краще виявляються деталі, зникають або з'являються мікротіні, усувається дзеркальне відбивання джерел світла, яке попадає в поле зору, і т.п. Зазначені умови досягаються застосуванням систем загального або комбінованого освітлення, вибором найбільш доцільних для даних умов ОП загального і місцевого освітлення і їхнього розміщення відносно робочих місць. Часто оптимальні рішення освітлювальних установок знаходяться експериментальним шляхом. Погіршення функцій зору викликають прямий блиск, тобто надмірна яскравість джерел світла й ОП, і відбитий блиск - дзеркальне відбивання світлового потоку від робочої поверхні в напрямку очей працюючих. Властивість великих яскравостей спричиняти засліпленість називається блискучістю. Негативна дія блискучості на зір тим більша, чим точніша, напруженіша і триваліша зорова робота. При наявності блискучості знижується продуктивність праці, підвищується зорова і загальна втома.

Обмеження прямої блискучості досягається вибором ОП з оптимальними для даних умов світлотехнічними характеристиками і правильним їхнім

розміщенням. Важче усувати відбиту блискучість.

Негативний вплив на зір чинять пульсації освітленості при живленні ЛЛ струмом промислової частоти (50 Гц), що викликають зорову втому. При освітленні предметів, які швидко рухаються або обертаються, може з'явитися явище стробоскопічного ефекту, що підвищує небезпеку травматизму. В освітлювальних установках повинні вживатись заходи для зниження пульсації до рівня, встановленого нормами.

Заходи щодо покращення освітлення на промислових підприємствах вимагають додаткових, іноді значних витрат, які швидко окупаються за рахунок підвищення продуктивності праці, покращення якості продукції і зниження травматизму.

### **Вимоги до освітлення промислових підприємств**

Щоб електричне освітлення сприяло успішному виконанню робіт, що проводяться у приміщеннях, воно повинне відповідати багатьом вимогам, найбільш важливі з яких вказуються нижче.

1. Робітник повинен добре бачити місце своєї роботи, оброблювану деталь і розташовані навколо робочого місця частини приміщення. Для цього на робочому місці і у всьому приміщенні повинно бути достатньо світла, або, як це прийнято називати, повинна бути створена необхідна для даних умов роботи величина освітленості на робочому місці й у приміщенні. Для різних робіт і приміщень спеціальними нормами встановлені мінімальні значення освітленості.
2. Світильники, що освітлюють приміщення і робочі місця, не повинні чинити на очі робітників сліпучої дії, що може відбуватись при неправильному виборі типів світильників, недостатній висоті їхнього підвісу або невдалому розміщенні світильників у приміщенні.
3. Вирішальне значення для багатьох виробництв має правильний вибір типів джерел світла; це відноситься до цехів, де потрібно таке електричне освітлення, при якому різні кольори та їх відтінки розрізнялися б настільки добре, як при природному (денному) освітленні.
4. Для багатьох робіт важливо, щоб світло спрямувалося на робоче місце. Крім того, одні роботи вимагають м'якого, розсіяного світла, інші – чітко направленою освітлення, іноді під цілком визначеним кутом. Отримання необхідного напрямку світла досягається застосуванням світильників різних типів і правильним їхнім розташуванням у приміщенні.
5. Світильники у виробничих приміщеннях повинні бути розташовані так, щоб вони створювали рівномірну освітленість всього приміщення (або частини приміщення, для якої нормується ця величина освітленості). Велика нерівномірність освітлення приводить до освітлення деяких ділянок приміщення зі значно більшою освітленістю, ніж потрібно, що порушує м'який характер освітлення і викликає перевитрату енергії.
6. Протягом усього часу роботи освітлення величина освітленості не повинна часто і різко змінюватись. Зовсім неприпустимі коливання освітленості від

перепадів напруги в освітлювальній мережі, викликаних, наприклад, пуском потужних електродвигунів або роботою електрозварювальних апаратів; такі коливання напруги дуже несприятливо позначаються на зорові працюючих, викликаючи втому зору і зниження продуктивності праці.

7. Типи світильників, встановлюваних у приміщеннях, повинні відповідати не тільки світлотехнічним вимогам, відзначеним раніше, але також відповідати умовам середовища у приміщенні. Тут треба враховувати такі фактори, як наявність у приміщенні підвищеної вологості, пилу, диму, кіптяви, пожежо- і вибухонебезпечних речовин і газів, виділення у вигляді газів, пари і пилу речовин, які згубно діють на світильники.
8. Необхідно створювати умови зручного обслуговування електричного освітлення, зокрема, подбати про вільний доступ до світильників для зміни перегорілих ламп і очищення відбивачів і скла від пилу і бруду.

### Системи і види освітлення

Для освітлення виробничих приміщень використовуються дві системи освітлення: система загального освітлення і система комбінованого освітлення.

При системі *загального освітлення* світильники встановлюють тільки у верхній зоні приміщення - на стелі, на фермах, іноді на стінах, колонах або на технологічному устаткуванні. Ці світильники називаються світильниками загального освітлення і служать для освітлення всього приміщення. Вони можуть встановлюватися рівномірно, на однакових відстанях один від одного, тоді говорять, що в приміщенні створюється загальне рівномірне освітлення.

Іноді буває необхідно створювати більш високу освітленість для окремих ділянок приміщення, що може бути досягнуто різними способами: над такими ділянками світильники встановлюються частіше або на меншій висоті, а іноді збільшується потужність ламп. Таке освітлення називається *локалізованим*, або *системою загального локалізованого освітлення*.

Локалізоване освітлення застосовується, наприклад, у цехах, де частину робочих операцій виконують на конвеєрах (збирання різних приладів і механізмів, швейне виробництво та ін.), де здійснюються найбільш напружені зорові роботи. У цій зоні створюється найбільша освітленість, а на інших ділянках цеху, де виконуються допоміжні операції (складування, підвезення деталей, різні грубі роботи) або вони використовуються для проходу людей і проїзду внутрішньоцехового транспорту, освітленість може бути значно знижена.

При *комбінованому* освітленні в приміщенні встановлюють світильники загального освітлення і додатково на робочих місцях (верстатах, верстаках, робочих столах і т.п.) - світильники місцевого освітлення, які служать для підвищення освітленості, у робочій зоні. Облаштування тільки місцевого освітлення без загального не дозволяється. При комбінованому освітленні загальне освітлення зазвичай виконується рівномірним.

Загальне рівномірне освітлення використовується у виробничих

приміщеннях, де робота виконується по всій площі приміщення, наприклад у крупноскладальних, ливарних і зварювальних цехах машинобудівних заводів, у ткацьких цехах текстильних фабрик, креслярсько-конструкторських бюро і конторських приміщеннях, а також у допоміжних і невиробничих приміщеннях.

Локалізоване освітлення здійснюється у виробничих приміщеннях, де існують ділянки цеху або окремі робочі місця великих розмірів, які вимагають більш високої освітленості, ніж інші ділянки приміщення, наприклад, конвеєр або зона розташування складальних столів. Локалізоване освітлення застосовується у друкарських цехах друкарень, де необхідно створювати підвищену освітленість па великих друкарських машинах, механоскладальних цехах на ділянках складальних робіт, на швейних фабриках при роботах на конвеєрах і в багатьох інших виробничих приміщеннях.

Комбіноване освітлення застосовується у приміщеннях, де існують робочі місця з тонкими і точними зоровими роботами, що вимагають великої освітленості. Найбільше місцеве освітлення поширене в механічних і слюсарних цехах, де світильники встановлюють на кожному верстаті та верстаку.

Видами освітлення називають різні за функціональним призначенням частини освітлювальної установки. Можна виділити два види освітлення - робоче й аварійне. *Робоче освітлення* створює необхідну за нормами освітленість, забезпечуючи тим самим необхідні умови роботи при нормальному режимі експлуатації будинку. При вимкненні з яких-небудь причин робочого освітлення *аварійне освітлення* повинно давати можливість в одних приміщеннях продовжувати роботу при зниженій освітленості (аварійне освітлення для продовження роботи), в інших приміщеннях - безпечно вийти людям із приміщення - евакуаційне аварійне освітлення.

*Аварійне освітлення для продовження роботи* повинне встановлюватися у приміщеннях, в яких раптове вимкнення робочого освітлення може призвести до важких наслідків для людей та виробничого устаткування. Конкретні вказівки, в яких саме приміщеннях потрібно передбачити цей різновид аварійного освітлення, містяться в загальних нормах штучного освітлення, в галузевих нормах. деяких розділах БНіП, присвячених проектуванню підприємств різних галузей промисловості, будинків різного призначення, що містять вимоги до штучного висвітлення, а також у вказівках та інструкціях з проектування електричного освітлення підприємств і споруд різних галузей промисловості.

Для забезпечення мінімально необхідних умов при аварійному освітленні для продовження роботи нормами встановлена найменша допустима освітленість робочих поверхонь, які вимагають обслуговування при аварійному освітленні. Ця освітленість повинна складати не менше 5% освітленості, нормованої для робочого освітлення при системі загального освітлення, але повинна бути не менше 2 лк. У нормах також зазначено, що освітленість від аварійного освітлення вище 30 лк дозволяється створювати при наявності обґрунтувань.

Вказівки норм про найменшу освітленість від аварійного освітлення для продовження роботи вимагають деяких пояснень. Нормована освітленість робочих поверхонь при системі комбінованого освітлення для різних розрядів



зорових робіт у середньому в 2-4 рази вище, ніж при системі тільки загального освітлення. Освітленість від аварійного освітлення для продовження роботи нормується не менше 5% освітленості, необхідної при одному загальному освітленні. Таке обмеження освітленості викликане тим, що встановлено високі вимоги до надійності живлення аварійного освітлення для продовження роботи, а також заборонено використовувати для аварійного освітлення деякі типи газорозрядних ламп, що зумовлено значними капітальними затратами і підвищеними експлуатаційними витратами на аварійне освітлення. Абсолютні невисокі значення освітленості від аварійного освітлення, обумовлені нормами, в більшості випадків достатні для вирішення тих зорових завдань, які виникають у короткочасних аварійних режимах роботи штучного освітлення.

*Евакуаційне аварійне освітлення* потрібне в значно більшій кількості приміщень, ніж аварійне освітлення для продовження роботи. Оскільки характер зорових робіт при евакуаційному аварійному освітленні простіший, ніж у приміщеннях, де потрібне аварійне освітлення для продовження робіт, мінімальна нормована освітленість, створювана ним, також значно нижче і складає 0,5 лк, що цілком відповідає основному призначенню цього різновиду аварійного освітлення.

Більшість виробничих підприємств працює не цілодобово і не безупинно, а в дві або навіть одну зміну з вихідними і святковими днями. У неробочий час, що збігається з темним часом доби, у багатьох приміщеннях підприємств необхідне мінімальне штучне освітлення для несення чергування пожежною і воєнізованою охороною. Для цього в необхідних приміщеннях і місцях передбачається *чергове освітлення*. Освітленість, створювана черговим освітленням, не нормується. Число і розміщення світильників чергового освітлення, а також режими роботи світильників встановлюються службами експлуатації виробничих підприємств. У загальних нормах штучного освітлення міститься тільки загальна рекомендація виділяти на чергове освітлення по можливості частину світильників робочого або аварійного освітлення. Чергове освітлення звичайно буває необхідне в тих приміщеннях, де потрібне евакуаційне аварійне освітлення, що без додаткових ускладнень освітлювальних установок дозволяє використовувати цей вид освітлення як чергове.

Аварійне освітлення (як евакуаційне, так і для продовження роботи) може виправдовувати основне призначення тільки за умови, що світильники аварійного освітлення будуть включені, коли відбудеться аварійне відключення робочого освітлення. Відповідно до цього застосовуються два режими роботи аварійного освітлення:

1) при якому аварійне освітлення включається одночасно і працює разом з робочим освітленням;

2) коли світильники аварійного освітлення при нормальному режимі роботи робочого освітлення не горять і включаються автоматично в момент відключення робочого освітлення. Другий режим застосовується, наприклад, на електричних підстанціях, де для живлення аварійного освітлення використовується акумуляторна батарея.

За дотриманням вимоги про одночасну роботу обох видів висвітлення при

першому з зазначених режимів роботи аварійного освітлення повинен стежити експлуатаційний персонал підприємств, і передбачати в проектах освітлювальних установок яких-небудь спеціальних заходів не потрібно.

У зв'язку з тим, що аварійне освітлення має вказане вище призначення, діючі норми дозволяють використовувати для аварійного освітлення тільки лампи розжарювання, а також люмінесцентні лампи, але за умови, що мінімальна температура повітря в приміщенні буде не нижче  $+10^{\circ}\text{C}$  і живлення ламп при всіх режимах буде здійснюватися змінним струмом з напругою на лампах не нижче 90% номінального значення. При цих умовах забезпечується достатній ступінь надійності включення і горіння люмінесцентних ламп. Застосовувати дугові газорозрядні лампи ДРЛ, ДРТ, ДНаТ для аварійного освітлення не дозволяється через те, що їхнє повторне запалювання після відключення відбувається тільки після охолодження лампи, що відбувається через 10-15 хв. після загасання, що неприйнятно для аварійного освітлення.

До джерел і схем живлення аварійного освітлення ставляться певні вимоги. Для невеликих одноповерхових виробничих будинків (із площею приміщень не більше 250 м) і при відсутності в них вибухонебезпечних приміщень у випадку технічних труднощів встановлення стаціонарного аварійного освітлення для продовження роботи і для евакуації допускається використовувати як аварійне освітлення переносні акумуляторні ліхтарі.

Нижче даються деякі вказівки і рекомендації щодо проектування освітлювальних установок виробничих підприємств відносно встановлення аварійного освітлення. Ці рекомендації відносяться до відзначеного вище режиму одночасної дії робочого й аварійного освітлення.

При загальному освітленні приміщень люмінесцентними лампами і лампами розжарювання для аварійного освітлення рекомендується, як правило, виділяти частину світильників, що передбачаються для створення необхідної згідно з нормами освітленості. Тільки в приміщеннях, освітлюваних люмінесцентними лампами потужністю більше 80 Вт і лампами розжарювання потужністю більше 150Вт (за винятком приміщень з цілодобовою безперервною роботою), для аварійного евакуаційного освітлення доцільні додаткові світильники з лампами меншої потужності, щоб уникнути перевитрати електроенергії в неробочий час, коли аварійне освітлення використовується як чергове.

У приміщеннях, загальне освітлення яких виконується лампами ДРЛ, ДРІ, ДНаТ, для аварійного освітлення встановлюють додаткові світильники з лампами розжарювання, світловий потік яких при розрахунку нормованої освітленості від робочого освітлення звичайно не враховується.

Залежно від характеру приміщень і особливостей виконуваних у них робіт аварійне освітлення для продовження роботи може виконуватися як одне загальне освітлення всього приміщення, так і у вигляді локалізованого або місцевого освітлення поверхонь, що вимагають обслуговування при аварійному режимі. При локалізованому і місцевому освітленні таких місць в решті приміщення по лінії проходів повинне передбачатися евакуаційне аварійне освітлення.

Аварійні відключення робочого освітлення на виробничих підприємствах хоч і не часто, але все-таки трапляються і бувають іноді досить тривалими, порядку десятків годин за рік, що завдає значний матеріальний збиток виробництву від недовипуску промислової продукції. У багатьох випадках можна досить просто і без великих додаткових витрат уникнути таких втрат шляхом істотного збільшення освітленості від аварійного освітлення (у приміщеннях з будь-яким різновидом аварійного освітлення) до такого значення освітленості, при якому з'являється можливість продовжувати виробничий процес при дещо зниженій в окремих випадках інтенсивності. Найбільш просто це досягається у приміщеннях з одним загальним рівномірним освітленням шляхом поділу світильників на дві приблизно рівні частини, що живляться роздільними мережами від різних джерел електроенергії. При цьому для спрощення і здешевлення електричних мереж від різних джерел можна і по черзі подавати живлення на різні ряди світильників.

Якщо загальне освітлення виконується люмінесцентними лампами або лампами розжарення, одну частину світильників можна умовно називати робочим, іншу аварійним освітленням. Але в приміщеннях з нецілодобовою і небезперервною роботою в одній з частин необхідно виділяти на живлення окремою мережею невелику групу світильників, що створюватимуть освітленість, необхідну для евакуаційного аварійного освітлення, які у неробочий час будуть використовуватися для чергового освітлення.

У приміщеннях, освітлюваних дуговими газорозрядними лампами (ДРЛ, ДРІ, ДНаТ), обидві частини світильників правильно називати робочим освітленням. У цих випадках у приміщеннях варто додатково встановлювати світильники з лампами розжарювання для створення аварійного освітлення того різновиду, який потрібен в даному приміщенні. У таких установках одна з частин робочого освітлення й аварійним освітленням може живитись від загального джерела і при технічній доцільності навіть від загальних щитків.

### **Світлотехнічний вибір ОП і способів їх розміщення**

Вибір ОП для освітлення промислових підприємств виконується з урахуванням багатьох умов. Важливим світлотехнічним параметром ОП є його КСС, а також ККД. Економічність загального освітлення виробничих приміщень дуже сильно залежить від правильного вибору ОП по порівнянні. Використання ОП з неефективною для певної висоти підвісу і прийнятої схеми розміщення КСС призводить до перевитрати електроенергії на 30-35%. На основі аналізу багатоваріантного розрахунку ОУ виробничих приміщень на ЕОМ, виконаного для промислових будівель з різними будівельними рішеннями, і при використанні ОП з різними формами і типовими класифікаціями КСС були побудовані енергетично вигідні області застосування та масово випускаються ОП з різними КСС.

У практиці проектування наближена перевірка ефективності вибору ОП, але світлорозподілення (для ОУ загального рівномірного освітлення) може бути проведеним за допомогою спрощеного критерію економічності ОП,

застосування якого передбачає оцінку відносини відстані між сусідніми ОП (або їх рядами) до висоти установки ОП над розрахунковою поверхнею і зіставлення отриманих значень з рекомендованими для кожного типу КСС у відповідності з ГОСТ 17677-82.

Допускається зменшення рекомендованих відношень  $l/h$ , якщо це обумовлено конструкцією перекриття, а також у випадках, коли це необхідно для забезпечення нормованих значень показника осліпленості і коефіцієнта пульсації чи коли при найменшому рекомендованому значенні  $l/h$  і найменшій можливій потужності ДС не забезпечується нормуюча освітленість.

При необхідності створення освітленості в горизонтальній площині найбільш доцільні ОП прямого світла класу П, в приміщеннях зі світлими стелею і стінами - переважно прямого світла класу Н. Чим вище приміщення і більше нормуюча освітленість, тим більш концентрованими КСС повинні володіти ОП. Для більш високих приміщень найбільш вигідні ОП з КСС типу К і в міру зменшення висоти - з КСС типів Г і Д.

У приміщеннях, де робочі поверхні знаходяться в довільно розташованих вертикальних поверхнях, доцільні ОП розсіяного світла класу Р з на пів широкою КСС типу Ш або рівномірною типу М. Якщо вертикальні робочі поверхні знаходяться по одну сторону від ряду ОП (наприклад, складальні конвеєри автомобільних заводів), то застосовують ОП одностороннього світлорозподілення, або нахилів встановлюють ОП з КСС типу Г або Д.

Хороші результати може дати застосування світловодів. Якщо необхідно створення освітленості від загального освітлення як в горизонтальною, так і в довільно орієнтованих нахилених і вертикальних площинах, то прагнуть до можливого зближення рівнів освітленості в різних площинах. При виборі ОП в таких випадках потрібно враховувати, що відношення вертикальної освітленості до горизонтальної мінімально для ОП з КСС типу К і збільшується для ОП з КСС типів М і Ш.

### **Вибір ОП за конструктивним виконанням**

Можливості застосування ОП в конкретних експлуатаційних умовах визначаються кліматичним виконанням і категорією розміщенні ОП

Конструктивне виконання ОП повинно забезпечувати також пожежну безпеку, вибухобезпечність при установці у вибухонебезпечних приміщеннях і в зовнішніх вибухонебезпечних зонах, електробезпеки, надійність, довговічність, стабільність характеристик в даних умовах середовища, зручність обслуговування, включаючи заміну ДС. Ступені захисту ОП від впливів навколишнього середовища приймаються за ГОСТ 17677-82 і ГОСТ 14254-80, а для вибухо- і пожежонебезпечних приміщень і зон, крім того, у відповідності до гл. 7.3 і 7.4 ПУЕ.

Природно, що номенклатура промислових світильників відрізняється винятковою різноманітністю.

## **Розміщення ОП**

При розміщенні ОП в виробничих приміщеннях необхідно враховувати такі основні умови: створення нормованої освітленості найбільш економічним шляхом; дотримання вимог до якості освітлення (рівномірність, направлення світла, обмеження тіні, пульсації освітленості, а також прямий і відображений блиск), безпечний і зручний доступ для обслуговування, найменшу протяжність та зручність монтажу групової мережі; надійність кріплення ОП.

Для підвищення економічності рішень ОУ можуть використовуватися як рівномірні, так і нерівномірні схеми розміщення ОП. При трьох і більше рядах ОП в прольоті перевагу слід віддавати схемами з розрідженими центральними рядами. Якщо ОУ виконана ОП з ЛЛ, то при суцільному розміщенні ОП в крайніх рядах, в середніх їх доцільно розміщувати з розривами, що дозволяє знизити нерівномірність і забезпечити нормовану освітленість при меншій встановленій потужності.

При виборі місця і способу установки ОП необхідно зважати на будівельні особливості приміщень, їх висоту, наявність кранового і транспортного обладнання. У багатьох приміщеннях виробничих будівель є мостові крани, що затемнюють встановлені вище них ОП загального освітлення, що знижує освітленість в зоні розміщення крана. В цьому випадку під мостом крана необхідно встановити ОП підкранового освітлення, що живляться від силової мережі крана.

Промислові ОУ живляться від трансформаторів, на шинах яких підтримуються постійні значення напруги, необхідні для ДС. Для АЕО повинна забезпечуватися необхідна ПУЕ ступінь надійності і безперебійності електропостачання. Електроприлади, що застосовується в ОУ, і освітлювальних схемах повинні відповідати умовам навколишнього середовища, забезпечувати вибухо-, пожежо- і електробезпеку, мати в необхідних випадках захист від механічних пошкоджень. Система керування освітленням повинна бути зручною для експлуатації.

У виробничих приміщеннях з недостатнім за нормами природнім освітленням або без нього в необхідних випадках передбачають установки УФ еритемного випромінювання довгої чи короткої хвилі.

## **Нормування освітлювальних установок**

Нормування штучного і природного освітлення - це встановлення норм і правил виконання освітлювальних установок, що забезпечують необхідні у процесі експлуатації рівні кількісних і якісних параметрів цих установок. Правила і норми освітлення регламентуються відповідними нормативними документами, в основі яких лежать результати наукових досліджень в областях фізіології зору, гігієни праці, техніки й економіки освітлення, інших суміжних наук. При цьому враховуються матеріальні й енергетичні ресурси країни. Тому нормативні документи відображають рівень розвитку світлотехнічної науки і промисловості, а також технічну політику в області джерел світла і

світлотехнічних виробів.

Метою і завданням нормування є створення в освітлюваному приміщенні світлового середовища, що забезпечує світлотехнічну ефективність ОУ з урахуванням вимог фізіології зору, гігієни праці, техніки безпеки і т.п. при мінімальних витратах електроенергії та інших матеріальних ресурсів, а також затрат праці на монтаж і експлуатацію ОУ. Світлове середовище приміщення визначається спектральними характеристиками і розподілом у часі й у просторі прямих і відбитих світлових потоків, випромінюваних ДС, а її психофізіологічна дія оцінюється за критеріями, що характеризують загальний стан людини. Вибір показників ефективності ОУ обумовлюється її функціональним призначенням.

При промисловому освітленні, призначенням якого є забезпечення вирішення зорових завдань, що впливають з технології виробництва, або при освітленні приміщень громадських споруд, де здійснюються точні зорові роботи, ефективність ОУ може визначатися рівнем променевого потоку, заданою імовірністю правильного вирішення зорового завдання, рівнем видимості. Безпосередня регламентація в нормативних документах показників ефективності ОУ називається методом прямого нормування і є найбільш досконалим способом встановлення параметрів, регламентованих нормами. Однак проектування і розрахунок ОУ можуть здійснюватися тільки за фотометричними величинами (яскравість, освітленість, світловий потік, сила світла). Наявні дані не дозволяють встановити прямий зв'язок між різними показниками ефективності ОУ і фотометричними величинами. Тому в світовій практиці при розробці нормативних документів показники ефективності ОУ використовуються лише як критерії нормування, а як регламентовані характеристики приймаються кількісні і якісні параметри освітлення. Як *кількісні характеристики* освітлення використовуються яскравість, освітленість, циліндрична освітленість, коефіцієнт природної освітленості. *Якість освітлення* характеризується засліпленістю і дискомфортом, нерівномірністю розподілу яскравості або освітленості, глибиною пульсації світлового потоку, спектральним складом випромінювання ДС.

Нормування зводиться до наступного:

- 1) класифікація зорових робіт за вимогами до освітлення, тобто за точністю і складністю;
- 2) вибір критерію нормування відповідно до функціонального призначення освітлення;
- 3) вибір параметрів освітлення, що підлягають нормуванню;
- 4) встановлення значень нормованих параметрів для робіт різної точності й складності.

Норми повинні бути складені таким чином, щоб їхнє виконання гарантувало створення сприятливого світлового середовища об'єкта відповідно до його призначення.

Вибір освітленості як нормований параметр ОУ пояснюється наявністю великої кількості досліджень, що встановлюють зв'язок між показниками ефективності ОУ, продуктивністю праці, зоровою працездатністю, видимістю і яскравістю. Це дозволяє за обраними критеріями нормування встановлювати

рівні освітленості для різних зорових завдань. Крім того, освітленість досить просто розраховується і вимірюється переносними люксометрами, що дозволяти легко її контролювати. Енергетичні показники ОУ можуть бути також визначені за рівнем освітленості. Критерієм нормування може бути така характеристика, для якої встановлена її залежність від параметрів освітлення. Вибір критерію залежить від функціонального призначення ОУ з урахуванням загальної ефективності, тобто матеріальних, трудових і енергетичних витрат.

Нормування промислового освітлення. Для промисловості існує два види нормативних документів з освітлення:

1) загальнодержавні норми - висувають загальні вимоги до освітлення залежно від точності й складності зорової роботи;

2) галузеві норми - містять вимоги до освітлення конкретних операцій, встановлені на основі загальнодержавних норм.

У нашій країні нормують освітленість залежно від точності роботи, а вплив її складності враховують побічно шляхом збільшення або зменшення основної норми.

*Складність зорової роботи при однаковій точності* визначається її тривалістю, ступенем вирішення зорового завдання (виявлення або розрізнення), кількістю об'єктів розрізнення в полі зору, необхідністю їхнього пошуку, обмеженням часу виявлення, а також віком працюючих.

При будь-якому критерії нормування кількісною характеристикою освітлення є освітленість робочої поверхні, тобто поверхні, на якій безпосередньо розташовані об'єкти розрізнення (подряпини, тріщини, нитки, риски і т.д.). Освітленість робочої поверхні нормується залежно від її відбиваючих властивостей, точності й складності зорової роботи. Вибір освітленості, а не яскравості, на яку побічно реагує орган зору, пояснюється простотою її розрахунку і виміру; яскравість може бути визначена, якщо відомі відбиваючі властивості освітлюваної поверхні.

Загальнодержавні норми містять нормовані рівні освітленості для плоских об'єктів розрізнення. Об'ємні об'єкти характеризуються еквівалентними розмірами і контрастами, що залежать від умов освітлення, від контрастності й напрямку світлового потоку. Нормовані рівні освітленості для робіт з об'ємними об'єктами встановлюються в галузевих нормах разом з рекомендаціями з освітлення цих операцій.

Ефективність промислового освітлення найбільш повно характеризується рівнем продуктивності праці з урахуванням браку й обмеженням зорового стомлення. Сукупність цих параметрів прийнято називати *виробничими показниками*. Нормування за виробничими показниками дозволяє визначити ефективність освітлення шляхом зіставлення витрат на його облаштування і приросту прибутку за рахунок покращення освітлення. При затвердженні норм, виходячи з енергетичних можливостей країни, був прийнятий рівень відносної видимості, рівний 0,7 при ймовірності виявлення 0,5, тобто нормовані значення освітлення гарантували досягнення видимості 0,7 максимально можливого рівня при оптимумі освітленості. Підвищення рівня відносної видимості або ймовірності виявлення приведе до росту нормованих рівнів освітленості і

відповідно до збільшення витрати електроенергії та інших матеріальних затрат.

Вітчизняні нормативні документи. Загальнодержавні норми освітлення - це Державні Будівельні Норми України ДБН В.2.5-28-2006. Ці Норми поширюються на проектування освітлення територій, приміщень нових та існуючих, що підлягають реконструкції, будівель і споруд різного призначення, місць виконання робіт на відкритих просторах, територій промислових та сільськогосподарських підприємств, залізничних колій площ підприємств, зовнішнього освітлення міст, поселень та сільських населених пунктів. Проектування пристроїв місцевого освітлення, які постачаються комплексно зі станками, машинами і виробничими меблями, слід також виконувати відповідно до цих Норм.

На базі цих Норм розробляються галузеві норми освітлення, які враховують специфічні особливості технологічного процесу і будівельних рішень будівель і споруд взагалі, які погоджуються і затверджуються відповідно до чинного порядку.

Нормативні показники освітленості в цих Нормах наведені в точках її мінімального значення на робочій поверхні в приміщеннях для розрядних джерел світла, крім окремих випадків; для зовнішнього освітлення - для різних джерел світла.

Вимоги до освітлення приміщень промислових підприємств (КПО, нормована освітленість, допустимі поєднання показників осліпленості і коефіцієнта пульсації освітленості) слід приймати за табл. 3.1.

ДБН В.2.5-28-2006 регламентують значення нормованих величин і вимоги до влаштування освітлення. Ці Норми містять чотири розділів: загальні положення; природне освітлення; суміщене освітлення; штучне освітлення. ДБН мають дев'ять додатків: терміни і визначення понять; визначення розряду робіт при відстані від об'єкта розрізнення до очей працюючого понад 0,5м; визначення еквівалентного розміру протяжних об'єктів розрізнення; експлуатаційні групи світильників; джерела світла для виробничих приміщень; джерела світла для загального освітлення житлових і громадських будинків; нормовані показники освітлення загальнопромислових приміщень і споруд; нормовані показники освітлення основних приміщень громадських, житлових, допоміжних будинків; розрахунок природного освітлення. Загальні положення містять: область застосування норм, класифікацію приміщень на групи за умовами зорової роботи, шкалу нормованих рівнів освітленості, таблицю регламентованих величин для виробничих приміщень (табл.3.1).

За точністю зорової роботи виробничі операції підрозділяються па вісім розрядів, з яких перші 6 характеризуються розмірами об'єктів розрізнення, їх контрастом із фоном і відбиваючими властивостями фону; розряд VII відноситься до робіт з матеріалами і виробами, які світяться; розряд VIII - до робіт, пов'язаних із загальним спостереженням за ходом виробничого процесу. Як видно з табл.3.1, об'єкти спостереження характеризуються лінійними розмірами в долях міліметра, хоча умови зорової роботи визначаються кутовими розмірами об'єктів. В більшості випадків у виробничих умовах відстань від ока спостерігача до об'єкта спостереження складає 0,35-0,5 м. Можна вважати з



достатньою для практики точністю, що при цих умовах 0,1 мм лінійного розміру об'єкта розрізнення відповідає  $1^\circ$  його кутового розміру. При збільшенні відстані спостереження розряд робіт визначається по відношенню розміру об'єкта до відстані його спостереження.

Кожен розряд норм із I по V розділений на підрозряди а), б), в) і г), що характеризуються певним поєднанням контрасту об'єкта з фоном і коефіцієнта відбивання фону. Рівень освітленості і коефіцієнт відбивання фону визначають яскравість фону, тобто величину, що визначає умови роботи органа зору, рівень його чутливості. Точність роботи визначається розміром об'єкта розрізнення і його контрастом із фоном, причому в більшій мірі розміром, тому розряд роботи залежить від розміру.

Підрозряд а) відповідає найбільш важким умовам зорової роботи - об'єкти з малим контрастом на темному фоні, г) - найбільш легким - великий контраст на світлому або середньому фоні або середній контраст на світлому фоні. До табл. 3.1 нормованих показників для виробничих приміщень є ряд приміток, основна з яких вимагає зниження нормованого рівня освітленості при використанні ЛР на один або два ступені по шкалі освітленості в залежності від точності зорової роботи, що викликано економічними міркуваннями. З тих же причин для системи загального освітлення, що має більшу енергоємність в порівнянні із системою комбінованого освітлення при тій же точності роботи, нормуються більш низькі рівні освітленості.

## **ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНОГО ЗАВДАННЯ НА ТЕМУ «ОСВІТЛЕННЯ ЦЕХУ СКЛАДАННЯ ДВИГУНІВ»**

### **1. Аналіз приміщення цеху складання двигунів**

Складальні цехи є в багатьох галузях промисловості, тому будівельні параметри їх приміщень надзвичайно різноманітні: якщо складальні цехи приладобудівних або годинникових заводів і ювелірних фабрик розташовуються, як правило, в багатоповерхових будівлях з висотою стелі до 6 м і прольотами шириною 6 або 9 м, то на автомобільних, верстатобудівних або трансформаторних заводах вони часто розміщуються на великих площах багатопрогонних промислових корпусів з висотою нижнього пояса до 18 м і більше при ширині прольоту 18-24 м.

З точки зору організації технологічного процесу всі складальні цехи можна підрозділити на дві групи: цехи складання великих виробів (машини, верстати, механізми і т.п.) та цехи складання дрібних виробів (інструменти, прилади і т.д.). Загальній зборці виробів першої групи передують їх вузлова комплектація та складання. Вони проводяться на винесених окремо ділянках або робочих місцях. При виконанні вузлової зборки працюючий повинен стежити за правильністю підбору та встановлення окремих деталей вузла, проводити такі операції, як підгонка, електромонтаж тощо, а також контролювати свою роботу візуально і за приладами, індикаторами, вимірювального інструменту та іншим пристосуванням.

Об'єкти розрізнення можуть перебувати в будь-якій площині, як зовні, так і всередині виробів. Складання вузлів завжди слід проводити при комбінованому освітленні. За технічної неможливості обладнання місцевого освітлення, як виняток може бути використана система загального локалізованого освітлення.

Загальна (генеральна) зборка великих виробів, як правило, відбувається на спеціальних майданчиках чи потокових лініях, розташованих на рівні підлоги, або на великих, іноді підвісних, конвеєрах, де працюють стоячи. Ці роботи пов'язані з необхідністю точної підгонки окремих вузлів при їх установці на

станину, раму або корпус і подальшого регулювання їх взаємного розташування. Обладнання може бути освітлено за допомогою системи загального освітлення. Іноді, наприклад, при необхідності підсвічування вертикальних поверхонь або внутрішніх порожнин, необхідне поєднання загального рівномірного і локалізованого освітлення.

Зборка дрібних виробів здійснюється звичайно на конвеєрах різної конфігурації або на верстатах. За тими й іншими працюють сидячи. Ця збірка складається з трьох основних циклів: вузлової зборки окремих частин, подальшої чистової зборки і контролю готових виробів. Часто між чистовою зборкою і контролем проводиться цілий комплекс регулювально-налагоджувальних робіт, настроювання, тарування і градування виробів. На вузловій і загальній зборці дрібних виробів повинна бути використана система комбінованого освітлення. Тільки там, де установка ОП місцевого освітлення неможлива внаслідок специфіки технології, допускається використання одного загального освітлення.

Розміри об'єктів розрізнення в складальних цехах різних галузей промисловості можуть бути вельми різні: від 0,1 мм в годинниковому або ювелірному виробництві до декількох метрів, наприклад, при складанні кузова автомобіля. Не треба вважати, що малі об'єкти розрізнення зустрічаються тільки на výroбах малих розмірів і навпаки. Наприклад, зборка потужних електродвигунів або магнітопроводів великих трансформаторів пов'язана з необхідністю виявлення і усунення дрібних зазорів, виступів і нерівностей. При різних складальних операціях зустрічаються роботи як дуже високої, так і середньої точності.

Задане приміщення цеху для складання двигунів має розміри 12,3×6,1 і висоту  $H=4$  м.

На рисунку 1 подано план цеху з розміщеним у ньому обладнанням.

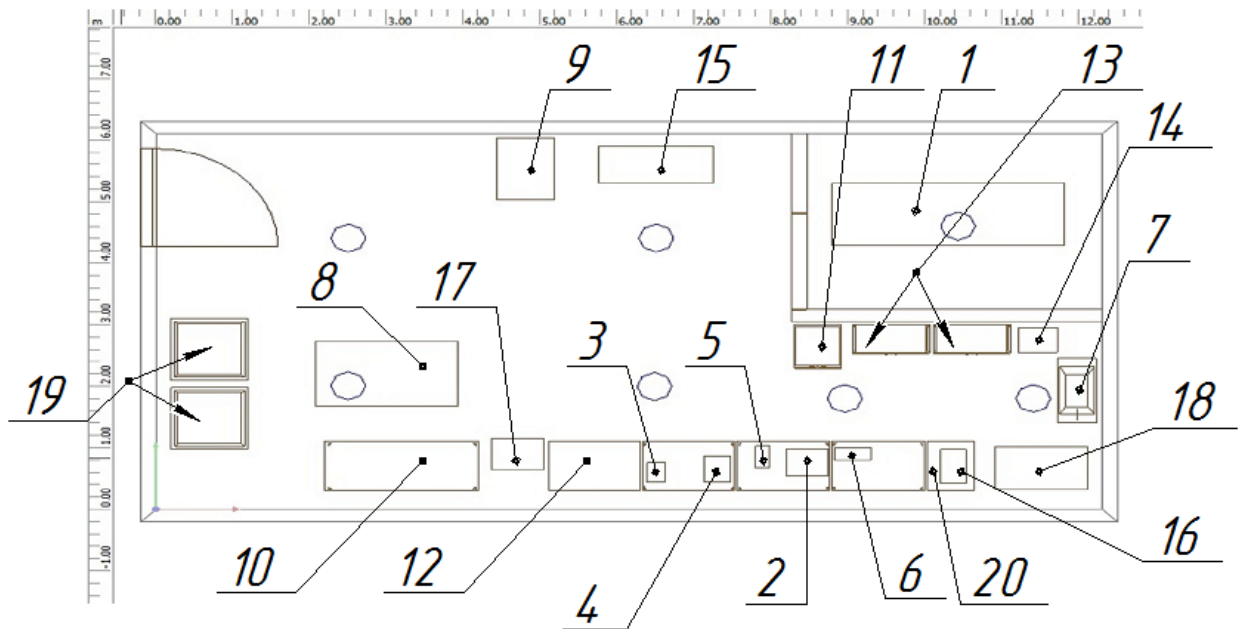


Рисунок 1. План цеху складання двигунів:

- 1 – стенд обкаточний універсальний;
- 2 – установка для шліфування фасок і торців клапанів;
- 3 – пристосування для шліфовки клапанних гнізд;
- 4 – пристосування для перевірки і правки шатунів;
- 5 – пристосування для притирки клапанів;
- 6 – прес електрогідравлічний;
- 7 – пересувна ванна для обмивання;
- 8 – універсальний стенд для розбирання-збирання двигунів;
- 9 – плита для контролю плоскості блоку і головки циліндрів;
- 10 – стіл для контролю і сортування деталей;
- 11 – шафа для інструментів;
- 12 – слюсарний верстат;
- 13 – стелаж для деталей;
- 14 – ящик для обтиральних матеріалів;
- 15 – універсальні центри для перевірки валів;
- 16 – станок свердлильний настільний;
- 17 – ящик для утилізації;
- 18 – прес підлоговий гідравлічний;
- 19 – піддони для зберігання двигунів;
- 20 – верстат слюсарний.

## 2. Вибір систем і видів освітлення

Для освітлення цеху складання двигунів застосуємо систему загального локалізованого освітлення для забезпечення нормованих значень освітленості на усіх ділянках цеху.

На інших ділянках цеху, де виконуються допоміжні операції (складування, підвезення деталей, різні грубі роботи) або вони використовуються для проходу людей і проїзду внутрішньоцехового транспорту, освітленість може бути значно знижена.

При системі загального освітлення світильники встановлюють тільки у верхній зоні приміщення - на стелі, на фермах, іноді на стінах, колонах або на технологічному устаткуванні.

Для заданого приміщення цеху світильники встановлюються на стелю.

При проектуванні загального освітлення (незалежно від прийнятої системи освітлення) слід максимально знижувати нерівномірність освітленості в зоні розміщення робочих місць. При цьому співвідношення максимальної освітленості до мінімальної, що визначає коефіцієнт нерівномірності, не повинно перевищувати заданих значень.

## 3. Встановлення нормованих значень освітленості

Вибір нормованих значень освітленості цеху для складання двигунів вибираємо згідно ДБН 2.5-28-2006:

<b>Характеристика зорової роботи</b>	високої точності
<b>Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм</b>	від 0,3 до 0,5 включно
<b>Розряд зорової роботи</b>	III.
<b>Підрозряд зорової роботи</b>	a
<b>Контраст об'єкта з фоном</b>	малий

<b>Характеристика фону</b>	темний
<b>Освітленість при системі загального освітлення, лк</b>	400–500.
<b>Сукупність нормованих величин показника осліпленості <math>P</math></b>	$40 \div 20$
<b>коефіцієнт пульсації, <math>K_{\text{П}}</math>, %</b>	15

#### 4. Вибір типів джерел світла

Вибір кращого джерела світла для освітлення багато в чому визначається нормативними вимогами до якості ОУ. При виконанні практично всіх складальних операцій мають місце зорові роботи I-IV розрядів, для освітлення яких повинні застосовуватися тільки розрядні лампи (РЛ). Доцільний тип РЛ вибирають в процесі розрахунку конкретних варіантів. При наявності світлотехнічних рівноцінних варіантів, що реалізуються за допомогою різних джерел світла, перевагу слід віддавати найбільш економічним з них, як за повними річними витратам, так і за витратою електроенергії.

Необхідність забезпечення для точних зорових робіт комфортного світлового середовища призводить до кращого використання РЛ з малою пульсацією світлового потоку і спектром, досить близьким денному світлу. Тому для загального освітлення невисоких приміщень, коли підвищені вимоги до розрізнення кольору і кольоропередачі відсутні, в першу чергу рекомендуються ЛЛ типу ЛБ. При цьому в низьких приміщеннях (висота стель до 6 м) освітлення може бути реалізовано ОП з КСС Д1, Д2 і Д3, а у більш високих – Г1 і Г2. Однак необхідність забезпечення досить високих рівнів освітленості у високих цехах вимагає потужних ОУ. Мала одинична потужність ЛЛ (від 36 до 80 Вт) приводить в цих умовах до різкого і, в багатьох випадках, неприйняттого зростання кількості ОП. Цього можна уникнути, використовуючи РЛВТ потужністю від 250 до 2000 Вт.

Застосування ламп типу МГЛ і ДРЛ в ОУ високих складальних цехів (замість ЛЛ) може зробити освітлення більш компактним і зручним в експлуатації, але вимагає спеціальних заходів щодо поліпшення колірного середовища в приміщенні і зниження пульсації освітленості на робочих місцях . Перша умова може бути частково реалізована завдяки фарбуванню стін і обладнання в теплі, світлі тони. Коли це можливо, доцільно також застосовувати лампи типу МГЛ або ДРЛ з поліпшеним спектром, їх модифікації з ортованадатів ітрію, активованим європієм.

Для зниження пульсації освітленості на робочих місцях складальників при використанні ламп типу МГЛ і ДРЛ необхідно передбачати їх рівномірне розфазування на три фази живлячої напруги.

У складальних цехах з зоровими роботами III розряду для невисоких цехів без підвищених вимог щодо кольоропередачі можна використовувати лампи ДРЛ або поєднання ламп ДРЛ чи МГЛ з НЛВТ.

Для цеху складання двигунів вибираємо лампи ДРЛ 250

## **5. Вибір типів світлових приладів**

Умови середовища в більшості складальних цехів нормальні, що дозволяє використовувати для їх освітлення відкриті ОП зі ступенем захисту IP20. На ділянках з важкими умовами середовища мають бути використані ОП з високим ступенем захисту. Вибір конкретного типу ОП проводиться з урахуванням будівельних параметрів приміщення і специфіки зорової роботи.

Для цеху складання двигунів вибираємо світильник РСП-20-250-121.

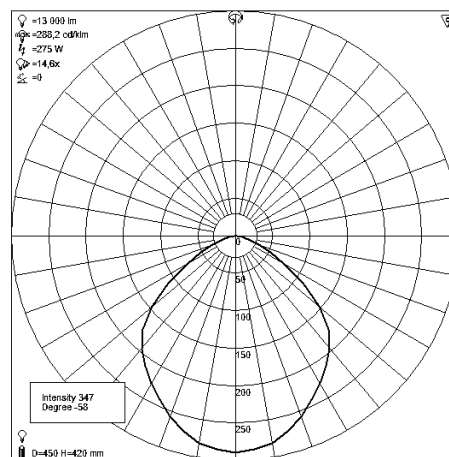
### **Характеристики світильника РСП-20-250-121**

Напруга	220 В
Ступінь захисту	IP65
Тип лампи	ДРЛ
Цоколь	E40

Тип кривої сили світла	Д;
Коефіцієнт корисної дії $\cos(\varphi)$	0,75
Габаритні розміри DxH	450x420 мм;
Світловий потік	13 000 лм
Маса	2,55 кг



Зовнішній вигляд РСП-20-250-121



КСС РСП-20-250-121

**Призначення:** Для загального освітлення виробничих та інших приміщень. Світильники із ступенем захисту IP65 можуть застосовуватись у вибухонебезпечних зонах класу 22 і пожежонебезпечних зонах класів П-1, П-П. Температура оточуючого середовища при експлуатації від  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ .

**Конструкція:** Корпусні деталі із алюмінієвого сплаву, відбивач сталевий або алюмінієвий. Захисне термостійке скло для IP65. Для IP23 є виконання з сталюю захисною сіткою. Для ГСП, ЖСП, РСП – незалежне ПРА. Всі виконання з одним сальниковим вводом для електрокабелю. Клас захисту від ураження електричним струмом I згідно ГОСТ 12.2.007.0

**Джерела світла:** Газорозрядні лампи: метало-галогенні типу ДРИ-250, MASTER HPI Plus 250W Bu (Philips), ДРИ-400, MASTER HPI Plus 400W Bu (Philips), HQI-E 400 (Osram) (тільки для роботи з ПРА HQI); натрієві типу ДНаТ-250, ДНаТ-400; ртутні типу ДРЛ-250, ДРЛ-400, ДРЛ-700. Лампи



розжарювання 500, 1000 Вт. Цоколь - E40. А також інші лампи з аналогічними електричними параметрами і габаритними розмірами.

**Монтаж:** Кріпляться на трубу G3/4-В або монтажний профіль.

**Переваги:**

- корозостійкі матеріали корпусних деталей (алюмінієвий сплав и порошкове покриття) забезпечують довготривалий строк служби;
- корпус незалежного ПРА виготовлений із антикорозійного алюмінієвого профілю;
- наявність фільтруючого елемента в корпусі світильника із ступенем захисту IP65 забезпечує надійний захист оптичної системи від попадання всередину пилу.

## 6. Розрахунок кількості та розташування світильників

Попередній світлотехнічний розрахунок здійснюємо методом коефіцієнта використання.

Приміщення цеху для складання двигунів має розміри 12.3×6.1 м і висоту  $H=4$  м. Для освітлення вибираємо світильники типу РСП-20-250-121.

Визначаємо розрахункову висоту для даного приміщення за формулою:

$$h_p = H - h_{pn} - h_{zc}, \quad (1)$$

де  $h_p$  – розрахункова висота, м;

$H$  – висота приміщення, м;

$h_{pn}$  – висота робочої поверхні, м;

$h_{zc}$  – висота розміщення світильника, м.

$$h_p = 4 - 1,05 - 0,42 = 2,53 \text{ м}$$

Також визначаємо для КСС типу Д оптимальну відстань між світильниками:

$$L_{omn}=4 \text{ м}$$

Для подальшого розрахунку визначимо індекс приміщення. Для цього скористаємося формулою:

$$i = \frac{A \cdot B}{h_p(A + B)}, \quad (2)$$

де  $i$  – індекс приміщення;

$A, B$  – відповідно довжина й ширина приміщення, м.

$$i = \frac{75,03}{2,53(6,1 + 12,3)} = 1,612$$

Для коефіцієнтів відбивання стелі, стін та робочої поверхні відповідно 0,7, 0,5 та 0,3 і розрахованого індексу приміщення визначаємо величину коефіцієнту використання світлотехнічної установки  $U_{oy}$ . В нашому випадку  $U_{oy}=42,5\%$ .

Розраховуємо необхідну кількість світлових приладів в приміщенні:

$$N = \frac{E_{cp} \cdot A \cdot K_3}{U_{oy} \cdot \Phi_l \cdot n},$$

де  $E_{cp}$  – середнє значення освітленості;

$A$  – площа освітлювальної поверхні;

$n$  – кількість ламп у світильнику;

$\Phi_l$  – потік випромінювання однієї лампи;

$K_3$  – коефіцієнт запасу освітлювальної установки;

$$N = \frac{440 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 75,03}{0,425 \cdot 13000 \cdot 1} = 6,872 \approx 7,$$

Таким чином для освітлення приміщення цеху для складання двигунів ми отримали 7 світильників типу РСП-20-250-121.

На рис. 2 показано схему розміщення світильників над робочими поверхнями цеху для складання двигунів.

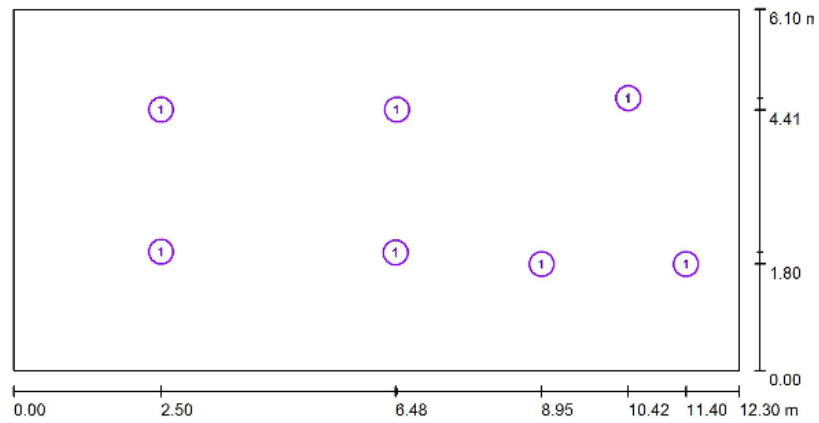


Рисунок 2. Схема розміщення світильників.

На рис.3 показано ізолюкси робочої поверхні цеху.

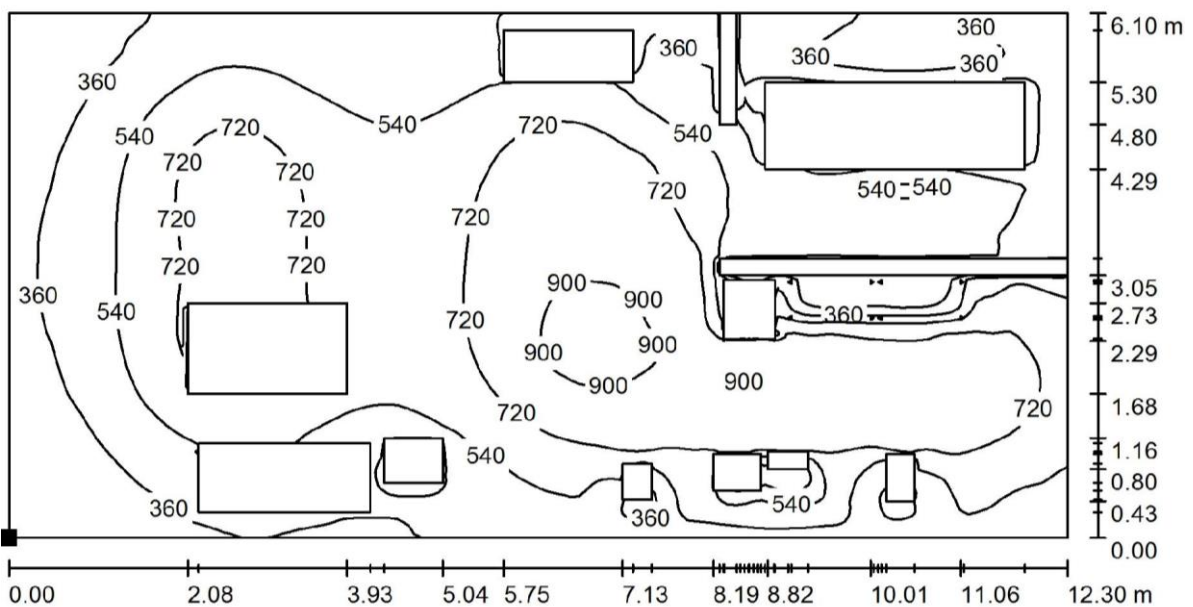


Рисунок 3. Освітленість цеху на рівні 1,05 м – висоті стола для сортування деталей.

На рис.4 показано візуалізацію освітлення цеху складання двигунів, виконану в DiaLux.

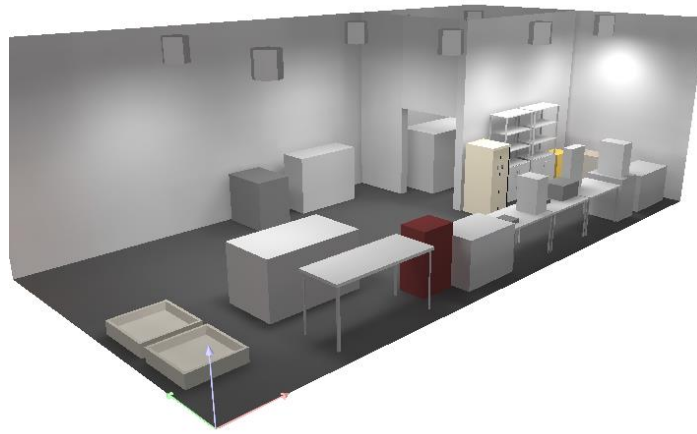


Рисунок 4. Візуалізація освітлення цеху складання двигунів.

## Висновки

На основі аналізу заданого приміщення цеху складання двигунів з точки зору наявності особливих вимог до освітлювальних установок, розміщення робочих зон, особливих умов зорової роботи здійснено вибір загальної локалізованої системи освітлення. Встановлено нормований рівень освітленості робочої площини 400...500 лк. Вибрано світильник РСП-20-250-121 з лампою ДРЛ. Розраховано кількість та розташування світильників для забезпечення нормованого рівня освітленості. Проведено моделювання освітлювальної установки в програмі DiaLux. Споживана потужність освітлювальної установки складає 1,925 кВт.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю.Б.Айзенберга. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Знак, 2006. - 972 с.
2. Освітлення промислових об'єктів: Навч. посібник / Укл. Говоров П.П., Пилипчук Р.В., Токань А.І. та ін.– Тернопіль: Джура, 2008. – 388 с.
3. Кроль Ц.Е., Мясоедова Е.И., Терешкевич С.Г. Качество промышленного освещения .-М.:Энергоатомиздат,1991 .-224 с.
4. Оболенцев Ю.Б., Гиндин Э.Л. Электрическое освещение общепромышленных помещений .-М.:Энергоатомиздат,1990 .-112 с.
5. Азалиев В.В., Варсанюфьева Г.Д., Кроль Ц.Е. Эксплуатация осветительных установок промышленных предприятий .-М.:Энергоатомиздат, 1984.-160 с.
6. Пикман И.Я. Электрическое освещение взрывоопасных и пожароопасных зон .-Изд.2-е, перераб. и доп.-М.:Энергоатомиздат,1985 .-104 с.
7. Фаермарк М.А., Семенова Н.В. Местное освещение .-М.:Энергоатомиздат,1985 .-88 с.
8. Эриванцев И.Н. Эргономика освещения производственных помещений и открытых пространств .-К.:Будівельник,1983 .-88 с.
9. Справочная книга для проектирования электрического освещения/Под ред. Г.М.Кнорринга .-Ленинград:Энергия,1976 .-384 с.
10. Дудиомов М.С. Прожекторное освещение .-Изд. 3-е, перераб. и доп.-Ленинград:Энергия,1978 .-170 с.
11. Епанешников М.М. Электрическое освещение: Учебное пособие для студентов вузов .-Изд. 4-е, перераб.-М.:Энергия,1973 .-352 с.

