|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Курс:** |  | **Діагностування енергообладнання** |

**Лабораторна робота № 3\_2**

**Вимірювання штучного освітлення робочих місць у приміщеннях**

**Мета роботи:** Набуття практичних навичок щодо визначення штучної освітленості робочих місць, вивчення приладів для вимірювання освітленості та вимірювання параметрів освітленості.

**Завдання:** Ознайомитися з кількісними та якісними показниками освітленості. Дослідити штучну освітленість з використанням люксметра Ю-116. Визначити залежність освітленості від висоти розташування джерела світла, його типу і характеру колірного покриття стін.

**Вступ**

Штучне освітлення виробничих приміщень може бути двох видів: загальне освітлення і комбіноване (коли крім загального додається місцеве освітлення). Застосування одного місцевого освітлення не допускається. Штучне освітлення виконується лампами розжарювання і люмінесцентними лампами.

Залежно від точності роботи, розмірів об'єкта розпізнавання, фону, на якому розпізнається об'єкт і контрасту об’єкта з фоном розроблені норми найменшої освітленості для люмінесцентних ламп і ламп розжарювання в залежності від виду освітленості. Ці норми наведені в таблиці 1. Для вимірювання штучної освітленості вікна приміщення повинні бути затемнені темними шторами.

**Штучні джерела світла.**

Основне призначення освітлення на виробництві − створення кращих умов для бачення. При нічних умовах праці це можна вирішити тільки, використовуючи штучну освітлювальну систему.

Джерела світла, застосовувані для штучного освітлення, ділять на дві групи − газорозрядні лампи і лампи розжарювання.

**Лампи розжарювання.**

Лампи розжарювання відносяться до джерел світла теплового випромінювання. Ці лампи мають наступні переваги: зручні в експлуатації; не вимагають додаткових пристроїв для включення в мережу; прості у виготовленні.

Поряд із зазначеними перевагами лампи розжарювання мають і суттєві недоліки: низька світлова віддача (7÷20 лм/Вт), порівняно малий термін служби (до 2,5 тисяч годин), у спектрі переважають жовті та червоні промені, що сильно відрізняє їх спектральний склад від сонячного світла. Вони спотворюють передачу кольору, тому їх не застосовують при роботах, що вимагають розрізнення кольорів.

У освітлювальних установках використовують нормальні (Н) лампи розжарювання багатьох типів: вакуумні (НВ), газонаповнені аргоном у суміші з азотом (НГ), газонаповнені біспіральні (НБ), газонаповнені біспіральні з криптоно-ксеноновим наповненням (НБК), нормальні дзеркальні лампи розжарювання (ЗН) та ін. Дзеркальні лампи розжарювання мають балони параболічної форми у яких внутрішня поверхня частково покрита дзеркальним шаром, а зовнішня − матова. Вони використовуються для освітлення високих приміщень, відкритих просторів, для декоративного освітлення та з іншою метою. Виготовляють лампи з дифузним рефлектором (НГД).

Також існують лампи розжарювання з іодідним циклом − галогенні лампи. Наявність в колбі парів йоду дає можливість підвищити температуру розжарення спіралі; утворюються при цьому пари вольфраму з'єднуються з йодом і знову осідають на вольфрамову спіраль, перешкоджаючи розпорошенню вольфрамової нитки. Термін служби ламп до 3 тисяч годин. Світлова віддача доходить до 40 лм / Вт, спектр випромінювання близький до природного.

**Газорозрядні лампи.**

Газорозрядні лампи − це прилади, в яких випромінювання оптичного діапазону спектра виникає в результаті електричного розряду в атмосфері інертних газів і парів металів, а також за рахунок явища люмінесценції. Основною перевагою газорозрядних ламп перед лампами розжарювання є велика світлова віддача - 40÷110 лм/Вт (натрієві до 110, люмінесцентні до 75, ртутні до 60, ксенонові до 40 лм/Вт). Вони мають значно більший термін служби, який у деяких типів ламп досягає 8 ÷ 12 тисяч годин. Від газорозрядних ламп можна отримати світловий потік практично в будь-якій частині спектра, підбираючи відповідним чином інертні гази і пари металів, в атмосфері яких відбувається розряд.

Найпоширенішими газорозрядними лампами є люмінесцентні, що мають форму циліндричної трубки. Внутрішня поверхня трубки покрита тонким шаром люмінофора, який призначений для перетворення ультрафіолетового випромінювання, що виникає при електричному розряді в парах ртуті, у видиме світло

Залежно від розподілу світлового потоку по спектру шляхом застосування різних люмінофорів розрізняють кілька типів ламп: денного світла (ЛД), денного світла з поліпшеною передачею кольору (ЛДЦ), холодного білого (ЛХБ), теплого білого (ЛТБ) та білого кольору (ЛБ). Всі перераховані лампи відносяться до газорозрядних люмінесцентних ламп низького тиску. Крім них у виробничому освітленні застосовують газорозрядні лампи високого тиску, наприклад, лампи ДРЛ (дугові ртутні люмінесцентні) та інші, які необхідно використовувати для освітлення більш високих приміщень (6÷10 м).

Люмінесцентна лампа − газорозрядне джерело світла, в якому електричний розряд в парах ртуті створює ультрафіолетове випромінювання, яке перетворюється у видиме світло за допомогою люмінофора − наприклад, суміші галофосфата кальцію з іншими елементами.

Світлова віддача люмінесцентної лампи в кілька разів більше, ніж у ламп розжарювання аналогічної потужності. Термін служби люмінесцентних ламп близько 5 років за умови обмеження кількості увімкнень до 2000, тобто не більше 5 увімкнень на день протягом гарантійного терміну − 2 роки

Найбільш поширені газорозрядні ртутні лампи високого і низького тиску.

Лампи високого тиску застосовують в основному у вуличному освітленні і в освітлювальних установках великої потужності. Лампи низького тиску застосовують для освітлення житлових і виробничих приміщень.

Газорозрядна ртутна лампа низького тиску (ГРЛНД) являє собою скляну трубку з нанесеним на внутрішню поверхню шаром люмінофора, заповнену аргоном під тиском 400 Па і ртуттю (або амальгамою).

Плазмові дисплеї також є різновидом люмінесцентної лампи.

Популярність люмінесцентних ламп обумовлена ​наступними ​їх перевагами (над лампами розжарювання):

− значно більша світловіддача (люмінесцентна лампа 20 Вт дає освітленість як лампа розжарювання на 100 Вт) і більш високий ККД;

− різноманітність відтінків світла;

− розсіяне світло;

− тривалий термін служби (2000 ÷ 20000 годин на відміну від 1000 у ламп розжарювання), за умови забезпечення достатньої якості електроживлення, баласту та дотримання обмежень по кількості увімкнень і вимкнень (тому їх не рекомендується застосовувати в місцях загального користування з автоматичними вимикачами та з сенсорами руху).

Недоліками люмінесцентних ламп (ЛЛ) є:

− хімічна небезпека (ЛЛ містять ртуть в кількості від 10 мг до 1 г);

− нерівномірний, лінійчатий спектр, неприємний для очей і такий, що викликає спотворення кольору освітлених предметів (існують лампи з люмінофором спектра, близького до суцільного, але мають меншу світловіддачу);

− деградація люмінофора з часом призводить до зміни спектра, зменшенню світловіддачі і як наслідок зниження ККД ЛЛ;

− мерехтіння лампи з подвійною частотою живильної мережі;

− наявність додаткового пристосування для пуску лампи − пускорегулюючого апарату (громіздкий дросель з ненадійним стартером і т. п.);

− низький коефіцієнт потужності ламп − такі лампи є невдалим для електромережі навантаженням.

Всі люмінесцентні лампи містять ртуть (в дозах від 1 до 70 мг), яка є отруйною речовиною 1-го класу небезпеки.

Ця доза може заподіяти шкоду здоров'ю, якщо лампа розбилася, і якщо людину постійно піддавати згубному впливу парів ртуті. Пари ртуті будуть накопичуватися в організмі людини, завдаючи шкоди здоров'ю.

Законодавство з RoHS (скорочення з англ. Restriction of use of Hazardous Substances − обмеження використання небезпечних речовин) регламентує застосування ртуті, а також інших потенційно небезпечних елементів в електротехнічному та електронному обладнанні. 1 липня 2006 Директива RoHS вступила в дію на всій території Європейського Співтовариства. Мета Директиви очевидна − обмежити застосування шести основних небезпечних речовин в електричному та електронному обладнанні, тим самим забезпечуючи необхідний рівень захисту здоров'я людей і навколишнього середовищ

Існують різні види маркування люмінесцентних ламп.

Відповідно до ГОСТ 6825-91 (МЕК 81-84) «Лампи люмінесцентні трубчаті для загального освітлення», лампи люмінесцентні лінійні загального призначення маркуються, як: ЛБ (біле світло); ЛД (денне світло); ЛХБ (холодно-білий світло); ЛТБ (тепло-біле світло); ЛЕ (природне світло); ЛХЕ (холодне природне світло).

Додавання літери Ц в кінці означає застосування люмінофора «де-люкс» з поліпшеною передачею кольору, а ЦЦ - люмінофора «супер де-люкс» з високоякісної передачею кольору.

Лампи спеціального призначення маркуються, як: ЛГ, ЛК, ЛЗ, ЛШ, ЛР, ЛГР (лампи кольорового світіння); ЛУФ (лампи ультрафіолетового світла); ДБ (лампа ультрафіолетового світла типу С); ЛСР (синього світла рефлекторні).

**Світлодіодні лампи**

Ось вже багато років світлодіодні лампи успішно замінюють застарілі лампи розжарювання. Основою такої лампи є світлодіод − елемент, який перетворює електричний струм в світлове випромінювання. Чим більше сила струму, що проходить через світлодіод, тим яскравіше світло від лампи.

Світлодіодні лампи освітлення ще називають led лампами − від англійської абревіатури "light emitting diode", що перекладається як світло-випромінюючий діод.

Струм, що надійшов у світлодіод, відразу ж (майже без втрат) перетворюється на світло, що істотно заощаджує втрати електроенергії. Крім того, світлодіод практично не нагрівається, а його світлове випромінювання відбувається у вкрай вузькому спектрі, що дає максимально чисте світло. Сам по собі діод міцний і може прослужити багато років. В діодних лампах використовуються низьковольтні діоди, що робить їх безпечними.

Переваги світлодіодних ламп: економічність, довговічність, безпека. Один з параметрів − світлова температура, яка позначається на упаковці літерою К (Кельвін). Показник температури світла впливає на відчуття невдоволення від кольору лампи. Чим нижче показник температури, тим тепліше світло лампи і навпаки. Найпоширеніші показники температури ламп: 2700К − теплий білий; 4100К − нейтрально-білий; 6500К − холодний білий.

Таблиця 1 − Нормована освітленість на робочих поверхнях у виробничих приміщеннях (за СНиП 23-05-95)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Характеристика  зорової роботи | Найменший  розмір об’єкту розпізнавання, мм | Розряд  зорової  роботи | Підрозряд  зорової  роботи | Контраст об’єкта  з фоном | Характеристика  фона | Освітленість при люмінесцентних лампах, лк | |
| Комбіноване  освітлення | Одне загальне освітлення |
| Найвищої  точності | Менше 0,15 | I | а | Малий | Темный | 5000  4500 | –  – |
| б | Малий  Середній | Средний  Темный | 4000  3500 | 1250  1000 |
| в | Малый  Середній  Великий | Світлий  Середній  Темный | 2500  2000 | 750  600 |
| г | Середній  Великий | Світлий  Світлий | 1500 | 400 |
| Дуже високої  точності | Від 0,15 | II | а | Малий | Темний | 4000  3500 | –  – |
| б | Малий  Середній | Середній  Темний | 3000  2500 | 750  600 |
| в | Малий  Середній  Великий | Світлий  Середній  Темний | 2000  1500 | 500  400 |
| г | Середній  Великий | Світлий  Світлий | 1000 | 300 |
| Високої точності | Від 0,3 до 0,5 | III | а | Малий | Темний | 2000  1500 | 500  400 |
|  | б | Малий  Середній | Світлий  Темний | 1000  750 | 300  200 |
|  | в | Середній  Великий | Середній  Темний | 600 | 200 |
|  | г | Великий | Світлий | 400 | 200 |

**Виконання лабораторної роботи**

Робота з вимірювання штучної освітленості в приміщенні поділяється на три етапи.

Спочатку вимірюється освітленість в різних місцях приміщення.

Попередньо необхідно нарисувати план приміщення, в якому проводилися виміри, і цифрами позначити на плані місця вимірювань. Результати вимірювань записують в таблицю 2.

Під таблицею дається обґрунтування причин максимальної і мінімальної виміряних освітленостей і робиться висновок (використовуючи табл. 1) про те, яка робота по точності може виконуватися на цих місцях.

Таблиця 2 − Результати вимірювань штучного освітлення робочих місць у приміщеннях

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № точок | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Освітленість, лк |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Далі перевіряється вплив колірного забарвлення стін на освітленість робочого місця. Для цієї мети люксметр встановлюється на відстані 5 м від стіни. Змінюючи навісні щити або тканини, пофарбовані в різні кольори, вимірюють освітленість. Результати вимірювань записують в таблицю 3.

Таблиця 3 − Результати вимірювань впливу колірного забарвлення стін на освітленість робочого місця

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Колір стін | Чорний | Синій | Зелений | Рожевий | Білий |
| Освітленість, лк |  |  |  |  |  |

За даними таблиці 3 зробіть наступний висновок про вплив колірного забарвлення стін на освітленість робочого місця.

**Виконання перевірочного розрахунку штучного освітлення**

Перевірочний розрахунок, наявного в лабораторії загального штучного освітлення проводиться за наступною формулою:



де: *Е* − освітленість, лк; *n* − кількість світильників; *F* − світловий потік однієї лампи, лм; *S* − площа підлоги освітлювального приміщення, м2; *U* − коефіцієнт використання фарбування стін стель; Середнє значення *U* = 0,35÷0,5 в. о.; *Z* − поправочний коефіцієнт світильника (для стандартних світильників Z = 0,75÷0,9); *K* − коефіцієнт запасу, що залежить від прозорості атмосфери (приймається таким, який дорівнює 1,2).

У навчальних аудиторіях (№ 326, 327 та ін.) встановлені люмінесцентні лампи типу ЛД, потужністю 40 Вт, що випромінюють світловий потік 3120 лм.

Результати перевірочного розрахунку порівняйте з експериментальними результатами і зробіть відповідний висновок.

**Вимоги з безпечного виконання лабораторної роботи**

При роботі з люксметром слід суворо дотримуватися правил його експлуатації.

Основна небезпека в даній роботі − небезпека ураження електричним струмом. Ураження електричним струмом можливе за наявності оголених проводів, несправних розеток, вилок. Тому електрична мережа і всі елементи цієї мережі повинні бути в справному стані, а працюючі повинні суворо дотримуватись заходів з електробезпеки.

**Контрольні питання для самостійної перевірки знань**

1. Охарактеризуйте основні світлові величини.

2. Які види виробничого освітлення ви знаєте?

3. Які різновиди має штучне освітлення?

4. Охарактеризуйте джерела штучного освітлення.

5. Як вимірюється освітленість у виробничому приміщенні?

6. Дайте визначення терміна, одиниці виміру та формули світлового потоку.

7. Дайте визначення терміна і одиниці вимірювань сили світла.

8. Дайте визначення терміна, одиниці виміру і формулу освітленості.

9. Дайте визначення коефіцієнта природної освітленості (КПО), викладіть методику його розрахунку.

10. Розкажіть побудову і порядок роботи з люксметром Ю116.

11. Поясніть порядок виконання роботи.

12. Дайте аналіз результатів і графічних залежностей, отриманих в результаті виконаної вами лабораторної роботи.

13. Викладіть коротко методики вимірювань та теоретичні відомості знання яких необхідне для виконання лабораторної роботи.