

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

ГРЕЖИНЕЦЬ МИКОЛА ЯРОСЛАВОВИЧ

УДК 628.922

**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІЧНОГО ПРИРОДНОГО
ОСВІТЛЕННЯ АДМІНІСТРАТИВНИХ ПРИМІЩЕНЬ У ТЕРНОПІЛЬСЬКІЙ
ОБЛАСТІ**

141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Автореферат
дипломної роботи магістра

Тернопіль
2018

Роботу виконано на кафедрі електричної інженерії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: кандидат технічних наук, доцент, кафедри світлотехніки та електротехніки
Осадца Ярослав Михайлович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Рецензент: кандидат технічних наук, доцент, доценткафедри вищої математики
Романюк Леонід Антонович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 27 грудня 2018 р. о 17.⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №38 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46006, м. Тернопіль, вул. Микулинецька, 46а, навчальний корпус №7, ауд. 404.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми роботи. Відомо, що більшу частину інформації про навколишнє середовище людина отримує за допомогою зору. Для забезпечення комфортності перебування людей в приміщенні важливу роль грає його світловий клімат. Сучасний рівень різних систем освітлення, джерел світла та світлових приладів дозволяє створювати практично будь-які якісні та кількісні характеристики світлового середовища. Проте важливе фізіологічно-гігієнічне значення для працюючих має природне освітлення. Воно сприятливо впливає на органи зору, стимулює фізіологічні процеси, підвищує обмін речовин та покращує розвиток організму в цілому. Сонячне випромінювання зігріває та знезаражує повітря, очищуючи його від збудників багатьох хвороб. Окрім того, природне світло має і психологічну дію, створюючи у приміщенні для працівників відчуття безпосереднього зв'язку з довкіллям.

Раціональне використання природного освітлення дозволяє суттєво заощаджувати витрати електричної енергії на живлення освітлювальних установок. Проте збільшення рівня природного освітлення в приміщенні за рахунок збільшення площі світлопроектів огорожувальних конструкцій призводить до збільшення витрат тепла і як наслідок – до збільшення витрат теплової енергії на нагрівання внутрішнього простору. Звідси виникає задача розрахунку площ світлових проміжків, які б забезпечували необхідну кількість природного світла і при цьому втрати тепла через них були б найменшими.

Тому дослідження енергоефективності використання природного світла в конкретних місцевостях є **актуальною** задачею, яка потребує свого вирішення, і визначила напрямок досліджень даної дипломної роботи.

Мета роботи: розрахунок площі прозорих огорожувальних конструкцій, які б дозволяли створювати нормовані значення коефіцієнта природної освітленості у адміністративних будівлях, розташованих на території Тернопільської області.

Завдання:

- визначення допустимих габаритних розмірів адміністративних приміщень;
- вибір та розрахунок нормованих значень коефіцієнта природної освітленості;
- апроксимація функції залежності відносної площі світлового проміжку від відношення глибини приміщення до висоти верху вікна над умовно робочою поверхнею;
- розрахунок площі світлових проміжків в залежності від глибини приміщення і теплових втрат через них.

Об'єкт дослідження: Процесигенерування природного світла у адміністративних приміщеннях.

Предмет дослідження: Системи бічного природного освітлення для адміністративних приміщень.

Методи дослідження: методи розрахунку площі прозорих огорожувальних конструкцій, методи апроксимації поліномами, методи розрахунку теплових втрат приміщень через зовнішні огорожувальні конструкції.

Наукова новизна отриманих результатів: отримано аналітичні вирази для

розрахунку відносних площ світлових проміжків в залежності від глибини приміщення та висоти верхнього краю вікна над умовно робочою поверхнею

Практична цінність результатів дослідження:

проведено розрахунок відносної площі світлових отворів та отримано криві їх залежності від глибини адміністративних приміщень, розташованих на території Тернопільської області;

для адміністративних приміщень проведено розрахунок втрат тепла зовнішніми огорожувальними конструкціями шириною 1 м зі світловими проміжками та зовнішніми огорожувальними конструкціями з мінімальними значеннями опору теплопередачі стін та вікон.

Апробація. Окремі результати роботи публікувалися у збірнику тез VII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. «Актуальні задачі сучасних технологій», Тернопіль, ТНТУ, 28-29 листопада 2018 р [26].

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 6 частин, висновків, переліку посилань. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 112 арк. формату А4, графічна частина – 15 аркушів формату А4

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми роботи, наведено мету, задачі, об'єкт, предмет та методи досліджень.

В літературному огляді Проведено аналіз світлотехнічних характеристик природного освітлення. Розглянено вибір систем природного освітлення, які поділяються на системи бічного, верхнього та комбінованого освітлення. Наведено основні нормативні вимоги до адміністративних будівель. Описано основні принципи нормування природного освітлення. Наведено класифікацію бічних прозорих огорожувальних конструкцій, а також проведено аналіз світлотехнічних і теплотехнічних характеристик сучасних склопакетів.

В основній частині Проведено вибір та розрахунок нормованих значень коефіцієнта природної освітленості адміністративних приміщень, розташованих на території Тернопільської області. В якості досліджуваних приміщень були вибрані приміщення з висотою 3,0 м, глибиною від 2,1 до 6,0 м та висотою верху вікна над умовно робочою поверхнею 0,1 м. Для визначення відносної площі світлових проїомів проведено апроксимацію функції залежності від відношення глибини приміщення до висоти верху вікна над умовно робочою поверхнею. Проведено розрахунок втрат тепла зовнішніми огорожувальними конструкціями одиначної шириною 1 м зі світловими проміжками та зовнішніми огорожувальними конструкціями з мінімальними значеннями опору теплопередачі стін та вікон. Розраховано втрати тепла при збільшенні опору теплопередачі віконних конструкцій в 2 рази – від $R_e = 0,44$ до $R_e = 0,88$ ($\text{м}^2 \cdot \text{К}$)/Вт.

У спеціальній частині описано пакети прикладних програм, які були використані при написанні дипломної роботи. Зокрема для апроксимації функції

залежності від відношення глибини приміщення до висоти верху вікна над умовно робочою поверхнею було використано пакет MATLAB. Розрахунок та побудова графіків та діаграм здійснювалась за допомогою електронних таблиць Microsoft Excel.

У частині «**Обґрунтування економічної ефективності**» описано оцінювання ефективності проектів, а також економічну оцінку ефективності заходів модернізації системи природного освітлення.

У частині «**Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях**» розглянуто питання стосовно економічного значення заходів щодо покращення умов охорони праці, проаналізовано методи надання першої допомоги людині, яка уражена електричним струмом, а також методи захисту світлової апаратури від дії електромагнітних хвиль ядерних вибухів.

У частині «**Екологія**» подано основні екологічні проблеми світлотехнічної галузі, розглянемо джерела забруднення довкілля, які пов'язані з виробництвом та використанням світлового обладнання, проаналізовано шляхи зменшення забруднення довкілля об'єктами світлотехнічної галузі

У **загальних висновках щодо дипломної роботи** описано результати роботи по розрахунку площі прозорих огорожувальних конструкцій, використання яких дозволяє створювати нормоване значення коефіцієнта природної освітленості у адміністративних приміщеннях на території Тернопільської області.

У **графічній частині** подано нормативні вимоги щодо коефіцієнта природної освітленості адміністративних приміщень; габаритні характеристики досліджуваних адміністративних приміщень; апроксимація залежностей для розрахунку відносної площі світлових отворів; залежності відносної площі світлових отворів від глибини приміщень, при яких забезпечується нормовані вимоги щодо коефіцієнта природної освітленості; результати розрахунку втрат тепла зовнішніми огорожувальними конструкціями із світловими проміжками.

ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз світлотехнічних характеристик природного освітлення. Встановлено, що основними характеристиками природного, як і будь-якого іншого освітлення є: сила світла, світловий потік, яскравість, освітленість. Розглянено класифікацію систем природного освітлення, які поділяються на системи бічного, верхнього та комбінованого освітлення.

2. Наведено основні нормативні вимоги до адміністративних будівель. Встановлено, що відповідно до ДБН В.2.2-28:2010 адміністративними будинками підприємств є будинки, у яких розміщуються приміщення управління, конструкторських бюро, інформаційно-технічного призначення, копіювально-розмножувальних служб, обчислювальної техніки, охорони праці, приміщення для навчальних занять.

3. Описано основні принципи нормування природного освітлення. Встановлено, що основним нормативним параметром природного освітлення є коефіцієнт природної освітленості, який визначається відношенням освітленості, яка створюється природним світлом у середині приміщення до освітленості за межами будівлі на відкритому просторі. Наведено класифікацію бічних прозорих

огороджувальних конструкцій, а також проведено аналіз світлотехнічних і теплотехнічних характеристик сучасних склопакетів.

4. Проведено вибір та розрахунок нормованих значень коефіцієнта природної освітленості адміністративних приміщень, розташованих на території Тернопільської області. Встановлено, що при орієнтації світлових прорізів відносно сторін горизонту: північ, північний схід та північний захід коефіцієнт світлового клімату становить $m_N = 0,9$ та $m_N = 0,85$ – для решти напрямів орієнтації вікон. В якості досліджуваних приміщень були вибрані приміщення з висотою 3,0 м, глибиною від 2,1 до 6,0 м та висотою верху вікна над умовно робочою поверхнею 0,1 м.

5. Для визначення відносної площі світлових проїомів проведено апроксимацію функції залежності від відношення глибини приміщення до висоти верху вікна над умовно робочою поверхнею за допомогою полінома шостого степеня, при цьому відносна максимальна похибка апроксимації не перевищувала 8 %. На основі отриманих функції проведено розрахунок відносної площі світлових отворів та отримано криві їх залежності від глибини приміщення.

6. Проведено розрахунок втрат тепла зовнішніми огороджувальними конструкціями одиничної шириною 1 м зі світловими проміжками та зовнішніми огороджувальними конструкціями з мінімальними значеннями опору теплопередачі стін та вікон. В результаті розрахунку встановлено, що із ростом глибини приміщення втрати тепла через зовнішні огороджувальні конструкції при забезпеченні нормованих рівнів коефіцієнта природної освітленості зростають в 3,3 рази зі збільшенням глибини приміщення в 2,9 рази.

7. Розраховано втрати тепла при збільшенні опору теплопередачі віконних конструкцій в 2 рази – від $R_s = 0,44$ до $R_s = 0,88$ ($\text{м}^2 \cdot \text{К}$)/Вт, на основі чого було встановлено, що при збільшенні теплового опору вікон до $R_s = 0,88$ ($\text{м}^2 \cdot \text{К}$)/Вт при забезпеченні нормованих рівнів коефіцієнта природної освітленості втрати тепла зростають в 2,3 рази зі збільшенням глибини приміщення в 2,9 рази. Також встановлено, що збільшення опору теплопередачі вікон у два рази при забезпеченні нормованого значення коефіцієнта природної освітленості відносна зміна втрат тепла зовнішніми огороджувальними конструкціями збільшується в залежності від глибини приміщення від 1,18 до 1,99 рази.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. . Керецман М.Ю. Енергоефективність комбінованого освітлення приміщень / М.Ю. Керецман, К.М. Козак, М.Я. Грежинець // зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 28–29 листоп. 2018.) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль : ТНТУ, 2018. – С. 35.

АНОТАЦІЯ

Грежинець М.Я. Енергоефективність застосування бічного природного освітлення адміністративних приміщень у Тернопільській області.

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль, 2018.

У дипломній роботі проведено розрахунок площі прозорих огорожувальних конструкцій, які б дозволяли створювати нормовані значення коефіцієнта природної освітленості у адміністративних будівлях, розташованих на території Тернопільської області.

Ключові слова: КОЕФІЦІЄНТ ПРИРОДНОГО ОСВІТЛЕННЯ, ВІКНО, ТЕПЛОВІ ВТРАТИ, ВІДНОСНА ПЛОЩА СВІТЛОВОГО ПРОМІЖКУ, ГЛИБИНА ПРИМІЩЕННЯ.

ANNOTATION

M.Ya. Hrezhynets. Energy efficiency of using of lateral natural lighting of administrative premises in Ternopil region.

141 "Electric power, electrical engineering and electromechanics". –Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University - Ternopil, 2018.

In the thesis the calculation of the area of transparent fencing structures was made, which would allow to create the normalized values of the coefficient of natural illumination in administrative buildings located on the territory of Ternopil region.

Key words: coefficient of natural illumination, window, heat losses, relative area of the window, deep of premise.