

YORITISH QURILMALARINING SVETOTEXNIK HISOBI
LIGHTING ENGINEERING CALCULATION OF LIGHTING DEVICES
СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Yigitaliyev Mamurjon Saidaxmat o'g'li

Yusupova Nazokat Sattiyevna

Andijon qishloq xo'jaligi va agrotexnologiyalari instituti asisstenti

Umirzaqov Abdulloh Faroxiddin o'g'li

Andijon qishloq xo'jaligi va agrotexnologiyalari instituti talabasi

Yigitaliyev Mamurjon Saidakhmat oglu

Yusupova Nazokat Sattiyevna

Assistant of the Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnologies

Umirzakov Abdulloh Faroxiddin oglu

Student of the Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnologies

Annotatsiya: Ushbu maqolada yoritish qurilmalarining svetotexnik hisoblash usullari, yoritilganlikni aniqlashning nazariy asoslari hamda uch o'lchamli fazoda yoritish tizimlarini modellashtirish masalalari ko'rib chiqilgan. Tadqiqotda gorizonta, vertikal va qiya tekisliklarda yoritilganlikni hisoblash formulalari tahlil qilinib, yorug'lik manbalarining koordinatalari, nur yo'nalishi va ishchi yuzaning fazoviy joylashuvining yoritilganlikka ta'siri yoritilgan.

Kalit so'zlar: Yoritilganlik, svetotexnik hisob, yorug'lik oqimi, yorug'lik kuchi, yoritgich, koordinatalar sistemasi, shartli yoritilganlik, foydali ish koeffitsiyenti, yoritish sifati.

Abstract: This article examines the methods of lighting engineering calculations for lighting devices, the theoretical foundations of illuminance determination, and the issues of modeling lighting systems in three-dimensional space. The study analyzes the formulas for calculating illuminance on horizontal, vertical, and inclined planes, and highlights the influence of light source coordinates, light direction, and the spatial position of the working surface on illuminance.

Keywords: Illuminance, lighting engineering calculation, luminous flux, luminous intensity, luminaire, coordinate system, conditional illuminance, efficiency coefficient, lighting quality.

Аннотация: В данной статье рассмотрены методы светотехнического расчёта осветительных устройств, теоретические основы определения освещённости, а также вопросы моделирования систем освещения в трёхмерном пространстве. В исследовании проанализированы формулы расчёта освещённости на горизонтальных, вертикальных и наклонных плоскостях, а также освещено влияние координат источников света, направления светового потока и пространственного расположения рабочей поверхности на уровень освещённости.

Ключевые слова: освещённость, светотехнический расчёт, световой поток, сила света, осветительный прибор, система координат, условная освещённость, коэффициент полезного действия, качество освещения.

Kirish. Zamonaviy elektr yoritish tizimlarini loyihalashda svetotexnik hisoblash muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. Ishlab chiqarish binolari, ma'muriy inshootlar, turar joylar hamda tashqi yoritish tizimlarida me'yoriy yoritilganlikni ta'minlash insonning mehnat unumdorligi, xavfsizligi va ko'rish qulayligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli yoritish qurilmalarining parametrlarini aniq hisoblash va optimallashtirish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Yoritish qurilmasining svetotexnik hisoblash vazifasi gorizontal, vertikal yoki qiya joylashgan yuzalardagi yoritilganlik qiymatlarini aniqlashdan iborat bo'lib, bunda nafaqat yoritilganlik darajasi, balki yoritish sifati ko'rsatkichlari ham nazorat qilinadi. Ushbu ko'rsatkichlarga silindrik yoritilganlik, pulsatsiya koeffitsiyenti, ko'zni qamashtirish va noqulaylik ko'rsatkichlari kiradi.

Tadqiqot metodologiyasi. Yoritish qurilmasining svetotexnik hisoblash vazifasi, ularning vazifasi va ularga qo'yilgan me'yoriy talablariga bog'liq holda, gorizontal, vertikal yoki qiya joylashgan yuzalardagi xarakterli nuqталarda yoritilganlik qiymatlarini (E_g , E_v , E_q), o'rtacha yoritilganlik qiymatini $E_{o'rt}$ yoki yorqinlikni R aniqlashdan iborat; shuningdek yoritish qurilmasining sifat ko'rsatkichlari ta'minlanganligini nazorat qilishni ham o'z ichiga oladi: silindrik yoritilganlik E_s ,

pulsatsiya koeffitsiyenti K_p , ko'zni qamashtirish ko'rsatkichi k yoki noqulaylik ko'rsatkichi M . Zarur hollarda ushbu kattaliklarning qiymatlari yorug'likning ko'p marotaba qaytishini hisobga olgan holda aniqlanadi.

Elektr yoritishning maqsadli vazifasi - ixtiyoriy konfiguratsiyaga ega bo'lgan ishchi yuzaning berilgan nuqtasida yorug'lik manbai HL dan (1-rasm) belgilangan yoritilganlik darajasini ta'minlashdan iborat. Bunda nazorat nuqtasidagi yoritilganlik qiymati E , lk , quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi.

$$E = \frac{I_{\alpha} * \cos\beta}{r^2}$$

bu yerda I_{α} - nurlantirgichning berilgan yo'nalishdagi yorug'lik kuchi, kd; r - yorug'lik manбайдan ishchi yuzadagi nuqttagacha nur bo'ylab bo'lgan masofa, m; α va β - mos ravishda nurning gorizontaal yuzaga tushuvchi normal bilan hosil qilgan burchagi hamda nurning nazorat nuqtasidagi yuzaga tushuvchi normal bilan hosil qilgan burchaklari.

Qo'yilgan savollarga javoblarni uch o'lchamli fazoda ishchi yuzani yoritishga mo'ljallangan yoritish qurilmasini ko'rib chiqish orqali olish mumkin. Bunda ishchi yuzasi mavjud burchaklar standartlariga muvofiq sferik koordinatalar sistemasida tasvirlanadi: qutbiy Θ va azimutal φ burchaklar orqali ifodalangan $O r\Theta\varphi$ sferik koordinatalar sistemasida, uning markazi 1-rasmda ko'rsatilganidek hisobiy nuqtada joylashgan bo'ladi.

$\Theta = 0^{\circ}$ burchak qiymatida gorizontaal joylashgan tekislik ko'rib chiqiladi, $\Theta = \pi/2$ holati esa φ burchagi bilan yo'naltirilgan vertikal tekisliklar tutamiga mos keladi.

Yoritgichlarning joylashuvi Dekart koordinatalar sistemasida $Oxyz$ yorug'lik manbalarining $O'(x_i, y_i, z_i)$ koordinatalari bilan aniqlanadi, ushbu sistema markazi xonaning burchaklaridan birida joylashgan (2-rasm). Ishchi yuzadagi hisobiy nuqtaning $O''(x_0, y_0, z_0)$ koordinatalari ham ayni shu $Oxyz$ koordinatalar sistemasida aniqlanadi.

Hisobiy munosabatlarni soddalashtirish uchun avval shartli yoritilganlik aniqlanadi. Bunda yoritgichdagi yorug'lik manbalarining umumiy yorug'lik oqimi shartli ravishda 1000 lm ga teng deb qabul qilinadi.

Shartli yoki nisbiy yoritilganlik - bu hisobiy balandlik qiymati 1 m ga teng bo'lganda yuzaning berilgan nuqtasidagi yoritilganlikdir. 2-rasmda keltirilgan

belgilashlardan foydalangan holda shartli yoritilganlikni hisoblash formulasi quyidagi ko‘rinishni oladi.

$$e_n = \sum_{i=1}^N I_i(\alpha) r_i^{-2} \cos \xi_i = \sum_{i=1}^N e_i$$

$I_i(\alpha)$ – i -yoritgichning hisobiy nuqtaga yo‘nalgan yo‘nalishdagi yorug‘lik kuchi;

r_i – i -yoritgichdan hisobiy tekislikkacha nur bo‘ylab bo‘lgan masofa;

ξ_i – i -yoritgichdan chiqib hisobiy nuqtaga tushayotgan nur bilan ushbu nuqtadagi hisobiy tekislikka tushirilgan n^{\rightarrow} normali orasidagi burchak.

N - berilgan fazoda joylashtirilgan yoritish qurilmasidagi yoritgichlarning hisobiy soni.

i -yoritgich va hisobiy nuqtaning uch o‘lchamli fazodagi koordinatalari ma‘lum bo‘lganda, burchak kosinusining qiymati hamda nur bo‘ylab hisobiy tekislikkacha bo‘lgan masofa quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$\cos \xi_i = \frac{(x_i - x_0) \sin \Theta \cos \varphi + (y_i - y_0) \sin \Theta \sin \varphi + (z_i - z_0) \cos \Theta}{\sqrt{(x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2 + (z_i - z_0)^2}}$$

$$r_i = \sqrt{(x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2 + (z_i - z_0)^2}$$

Vertikal tekislik yoritilganda hisoblash tekisligiga tushirilgan normal o‘z o‘qi bo‘ylab yo‘naltiriladi (2-rasm) va Θ burchak 0 ga teng, shuning uchun formula:

$$e_i = \frac{I_i(\alpha_i) \cos^3(\alpha_i)}{(z_i - z_0)^2} * \dot{i}$$

O‘z o‘qiga nisbatan qiya tekislik yoritilganda φ burchakning qiymati 0 ga teng bo‘ladi (2-rasmga qarang) va shartli yoritilganlikni hisoblash formulasini quyidagi ko‘rinishda ifodalash mumkin:

$$e_i = \frac{I_i(\alpha_i) \cos^3(\alpha_i)}{(z_i - z_0)^2} * \dot{i}$$

Muhokama. Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, yoritilganlik qiymati yorug‘lik kuchi, nur tarqalish yo‘nalishi va hisobiy nuqtaning fazodagi joylashuviga kuchli bog‘liqdir. Ayniqsa, masofa kvadratiga teskari proporsionallik qonuni yoritilganlikning tez kamayishini ko‘rsatadi. Shu sababli yoritgichlarni optimal joylashtirish yoritish samaradorligini oshirishda muhim omil hisoblanadi. Uch o‘lchamli koordinatalar

sistemasidan foydalanish murakkab konfiguratsiyali binolar va ishlab chiqarish obyektlari uchun aniq hisoblashlarni amalga oshirish imkonini beradi.

Xulosa. Yoritish qurilmalarining svetotexnik hisoblash usullari zamonaviy elektr yoritish tizimlarini loyihalashda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, yoritilganlik qiymati yorug‘lik kuchi, nur yo‘nalishi, masofa hamda ishchi yuzaning fazoviy joylashuviga bevosita bog‘liq ekanligi aniqlandi. Uch o‘lchamli koordinatalar sistemasiga asoslangan hisoblash usullari murakkab yoritish tizimlarini yuqori aniqlik bilan modellashtirish imkonini beradi. Gorizontal, vertikal va qiya tekisliklar uchun alohida hisoblash formulalarining qo‘llanilishi turli ekspluatatsiya sharoitlarida me‘yoriy yoritilganlikni ta‘minlashga xizmat qiladi. Shuningdek, yoritish sifati ko‘rsatkichlarini nazorat qilish insonning ko‘rish qulayligi va mehnat unumdorligini oshirishda muhim omil hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Справочник по светотехнике / Под ред. Л. А. Булгакова. - Москва: Энергоатомиздат, 2019.
2. Иванов В. П., Петров А. Н. Наружное освещение: расчет, проектирование и эксплуатация. - Москва: Академкнига, 2020.
3. ГОСТ 24940-96. Здания и сооружения. Методы измерения освещенности.
4. СНиП 23-05-2010. Естественное и искусственное освещение.
5. Зуев Г. И. Светотехника: учебное пособие. - Санкт-Петербург: Питер, 2018.
6. Philips Lighting. Outdoor Lighting Guide. - Philips Technical Publication, 2021.