

вищеної міцності і водостійкості / В.І.Бабушкін, О.В.Кондращенко, К.В.Черкасов, Д.О.Бондаренко. Опубл. 15.07.2004; Бюл. №7.

Получено 16.05.2006

УДК 628.928 : 69.024.92

Т.А.ГАЛІНСЬКА, М.О.ОВСІЙ

Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка

РОЗРАХУНОК ПРИРОДНОГО ОСВІТЛЕННЯ ПРИМІЩЕНЬ БУДІВЕЛЬ, ЯКІ ОСВІТЛЮЮТЬСЯ ЧЕРЕЗ ЗЕНІТНІ КРУГЛІ У ПЛАНІ ЛІХТАРІ ПРИ ЯСНОМУ І ХМАРНОМУ НЕБІ

Наведено методику розрахунку природного освітлення приміщень будівель, які освітлюються через зенітні круглі у плані ліхтарі при ясному і хмарному небі за вимогами Міжнародного комітету освітлення (МКО).

Наведені в нормативних документах [1, 2] методи розрахунку природного освітлення приміщень придатні тільки для хмарного неба, при якому спостерігається пропорційна залежність між зовнішнім освітленням і внутрішнім в приміщеннях будівель. В умовах же ясного неба вони є наближеними, оскільки при розрахунку почасового освітлення в приміщеннях не враховують добову динаміку розподілення яскравості на небозводі, а також пряму складову зовнішнього освітлення та конструктивне вирішення сонцезахисних пристроїв (СЗП). У результаті чого в одних випадках потенціал природної світлової енергії використовується не повністю, а в інших – рівень освітлення приміщень значною мірою залежить від світлотехнічних пропускних характеристик сонцезахисних пристроїв. Тому на даному етапі виникла необхідність в розробленні методів розрахунку природного освітлення приміщень будівель при ясному і хмарному небі МКО.

Метою даної роботи є розробка методу розрахунку природного освітлення приміщень будівель через зенітні круглі у плані ліхтарі при ясному і хмарному небі МКО.

Розрахунок освітлення в розрахунковій точці приміщення будівлі, яка освітлюється через круглі у плані зенітні ліхтарі при ясному і хмарному небі МКО і відсутності сонцезахисних пристроїв (СЗП), виконуємо за формулою

$$E_M^{\text{я}} = \frac{\tau_0 r_2 K_{\phi}}{K_3} \sum_{i=1}^n [E_i^{\text{я}} + E_{\Theta_i}^{\text{г}}], \quad (1)$$

де n – кількість зенітних ліхтарів, які приймають участь в освітленні розрахункової точки M ; K_{ϕ} – коефіцієнт, що враховує тип ліхтаря, приймається за табл. 34 [1]; K_3 – коефіцієнт запасу, який приймається

за табл. 3 [1]; τ_2 – коефіцієнт, що враховує освітлення в розрахунковій точці, що відбулося від внутрішніх поверхонь приміщення, приймається відповідно табл.33 [1]; τ_0 – загальний коефіцієнт світлопропускання заповнення ліхтаря, який визначається за формулою (7) [1]; E_i^a – горизонтальне освітлення розрахункової точки М, яке здійснюється ділянкою ясного неба МКО, яку видно через проріз і-го ліхтаря з розрахункової точки, визначається за формулою

$$E_i^a = (1 + \omega_i) L(\theta_i) \sin^2(\theta_i/2) (F_i^A / F), \quad (2)$$

де F – площа перерізу круглого світлопрорізу з вертикальними бортами; F_i^A – активна площа і-го світлопрорізу (ліхтаря), через яку здійснюється освітлення розрахункової точки М, визначається за методикою, наведеною в роботі [3], залежно від відношень величин m і

$\sqrt{R_1^2 - R^2}$ при:

$$m < \sqrt{R_1^2 - R^2}; F_i^A = R_1^2 \arcsin(Y_M / R_1) + R^2 (\pi - \arcsin(Y_M / R)) - Y_M m; \quad (3)$$

$$m \geq \sqrt{R_1^2 - R^2}; F_i^A = R_1^2 \arcsin(Y_M / R_1) + R^2 \arcsin(Y_M / R) - Y_M m. \quad (4)$$

Тут m – величина зміщення геометричних центрів вхідного отвору радіусом R та проекції вихідного отвору світлопрорізу радіусом R_1 на рівень площини вхідного, що визначається за формулою

$$m = X_M h / H, \quad (5)$$

де X_M – відстань від геометричного центра ліхтаря до розрахункової точки М; h – висота борту ліхтаря; H – відстань за висотою від умовної робочої поверхні (УРП) до нижньої площини ліхтаря; R_1 – радіус проекції вихідного отвору ліхтаря на рівень площини вхідного визначаємо за формулою

$$R_1 = 1 + h / H; \quad (6)$$

Y_M – ордината точки М, що визначається за формулою

$$Y_M = \sqrt{R^2 - \left(\frac{R_1^2 - R^2 - m^2}{2m} \right)^2}; \quad (7)$$

θ – кут, який утворюють лінії, проведені з розрахункової точки М до границь світлопрорізу (ліхтаря) по умовному вертикальному перерізу, визначається за формулою залежно від відношень величин X_M і R при:

$$X_M \leq R; \theta = \arctg((R + X_M)/(H + h)) + \arctg((R - X_M)/(H + h)); \quad (8)$$

$$X_M > R; \theta = \arctg(H/(X_M - R)) - \arctg((H + h)/(X_M + R)); \quad (9)$$

ω – коефіцієнт, що враховує частину світлового потоку від небозводу, який проходить через вихідний проріз ліхтаря після багаторазового

відбиття від його стінок, визначається за формулою

$$\omega_1 = \frac{\rho(1-F_1^A/F)F/F_6}{1-\rho+2\rho(1-F_1^A/F)F/F_6}, \quad (10)$$

де F_6 , ρ – відповідно площа та коефіцієнт відбиття бокових граней світлопрорізу (ліхтаря).

$L(\theta_i)$ – яскравість i -ї ділянки небозводу, яка освітлює через i -й ліхтар розрахункову точку M , визначаємо за формулою

$$L(\theta_i) = L_3(H_\odot) \times S(z_i). \quad (11)$$

Тут $L_3(H_\odot)$ – абсолютна яскравість небозводу в zenіті, яка визначається відповідно [4, 5] для ясного неба за формулою (12), а для хмарного неба – за формулою (13):

$$L_3^A(H_\odot) = 60 + 600 \times \cos^2(2H_\odot) + 4800 \times H_\odot^{1,55}, \quad (12)$$

$$L_3^O(H_\odot) = 300 + 17117,4 \times \sin(H_\odot) + 4031,7 \times H_\odot \times \sin^2(H_\odot), \quad (13)$$

де H_\odot, H_\ominus – висота стояння сонця, можна визначити за формулою, яка приводиться в роботі [6]:

$$\sin H_\odot = \sin \text{III} \times \sin C_x + \cos \text{III} \times \cos C_x \times \cos \omega_t, \quad (14)$$

де III – географічна широта місцевості; C_x – схилення (нахил) сонця; ω_t – часовий кут ходу сонця по небосхилу, що визначається за формулою

$$\omega_t = 2\pi t_i / T_d, \quad (15)$$

де $2\pi = 360^\circ$; $T_d = 24$ год; t_i – кількість годин часу (до півдня із знаком (-), після півдня із знаком (+)).

$S(z_i)$ – стандартний розподіл відносної яскравості ясного неба МКО визначається за формулою, запропонованою Р.Кітлером:

$$S(z_i) = (f(\gamma) \times \varphi(z_i)) / (f(z_\odot) \times \varphi(0^\circ)), \quad (16)$$

де $f(\gamma)$ – стандартна індикатриса розсіювання:

$$f(\gamma) = 0,91 + 10 \times \exp(-3\gamma) + 0,45 \times \cos^2 \gamma, \quad (17)$$

де γ – кут між розрахунковою точкою M і сонцем на небозводі:

$$\gamma = \arccos[\cos(z_\odot)\cos(z_i) + \sin(z_\odot)\sin(z_i)\cos A_\odot]. \quad (18)$$

Тут z_i – zenітна відстань елементарної ділянки на небозводі, що розглядається при розрахунку (кут між вертикальною віссю, яка проходить через розрахункову точку і напрямком з розрахункової точки M на середню точку ділянки небозводу, яка спостерігається через світлопроріз (ліхтар)); z_\odot – zenітна відстань сонця (кут між вертикальною віссю, яка проходить через розрахункову точку і напрямком з розрахункової точки M на сонце); A_\odot – азимут від сонячної вертикалі до еле-

ментарної ділянки небозводу, яка розглядається, можна визначити за формулами (19) і (20), які приводяться в роботі [6]:

$$\sin A_{\odot} = \cos C_x \times \sin \omega / \cos H_{\odot}, \quad (19)$$

$$\cos A_{\odot} = (\sin \Pi \times \sin H_{\odot} - \sin C_x) / (\cos \Pi \times \cos H_{\odot}) \quad (20)$$

$f(z_{\odot})$ – стандартна індикатриса розсіювання для зеніту;

$$f(z_{\odot}) = 0,91 + 10 \exp(-3z_{\odot}) + 0,45 \cos^2(z_{\odot}), \quad (21)$$

$f(z_i)$ – функція точки елементарної ділянки на небозводі, яка розглядається при розрахунку:

$$f(z_i) = 1 - \exp(-0,32 \sec(z_i)); \quad (22)$$

$\varphi(0^{\circ})$ – функція точки для зеніту:

$$\varphi(0^{\circ}) = 1 - \exp(-0,32) = 0,27385. \quad (23)$$

При хмарному небі МКО відносна яскравість визначається за формулою, запропонованою Муном і Спенсером:

$$S(z_i) = (1 + 2 \cos(z_i)) / 3. \quad (24)$$

$E_{\Theta_i}^{\Gamma}$ – пряме горизонтальне освітлення розрахункової точки М сонцем, яке здійснюється за умови коли величина Z_{\odot} змінюється у межах від величини $\arctg((H+h)/(X_m+R))$ до величини $\arctg(H/(X_m-R))$, визначається за формулою (28).

Розрахунок освітлення в розрахунковій точці М приміщення будівлі, яка освітлюється через круглі у плані зенітні ліхтарі при ясному і хмарному небі МКО і наявності сонцезахисних пристроїв (СЗП), виконуємо за формулою

$$E_M = \frac{\tau_o r_2 K_{\phi} E_{\text{сум}}^{\Gamma}}{\pi K_3} \sum_{i=1}^n (1 + \omega_i) \sin^2(\theta_i / 2) (F_i^A / F) \cos \gamma, \quad (25)$$

де $\cos \gamma$ – кут між нормаллю до УРП і віссю тілесного кута θ , який визначаємо за формулою

$$\cos \gamma = H / \sqrt{H^2 + X_M^2}. \quad (26)$$

$E_{\text{сум}}^{\Gamma}$ – сумарне горизонтальне освітлення на сонцезахисному пристрої, який встановлений в прорізі зенітного ліхтаря:

$$E_{\text{сум}}^{\Gamma} = E_{\odot}^{\Gamma} + E_{\text{ян}}^{\Gamma}, \quad (27)$$

де E_{\odot}^{Γ} – пряме горизонтальне освітлення на площині покрівлі від сонця, яке визначається за формулою

$$E_{\odot}^{\Gamma} = (1/\Delta^2) \times C_{\odot} \times p^m \times \sin H_{\odot}. \quad (28)$$

Тут $C_{\odot} = 136700$ лк – світлова сонячна стала Джонсона; Δ – відстань від Землі до сонця в астрономічних одиницях на період року, що розгля-

дається; $p=0,7$ – прозорість атмосфери; M – оптимальна маса атмосфери, яка визначається за формулою Махоткіна

$$M = 2 / \left(\sqrt{\sin^2 H_{\odot} + 0,003147} + \sin H_{\odot} \right), \quad (29)$$

де $E_{\text{ян}}^{\Gamma}$ – горизонтальне освітлення на сонцезахисному пристрої, який встановлений в прорізі точкових ліхтарів, від усього небозводу з яркістю $L_3(H_{\odot})$ визначається за формулою

$$E_{\text{ян}}^{\Gamma} = \pi \times L_3(H_{\odot}). \quad (30)$$

Отримані математичні моделі розрахунку природного освітлення приміщення через зенітні круглі у плані ліхтарі підвищать точність розрахунку його розподілу на розрахунковій поверхні як при хмарному, так і при ясному небі МКО в різний період експлуатації будівлі. Залежності (1) і (25) можна використовувати при оптимальному проектуванні зенітних круглих у плані світлопрорізів (ліхтарів) будівель з урахуванням світлового клімату України та світлотехнічних характеристик сонцезахисних пристроїв (СЗП).

1.СНиП II-4-79*. Естественное и искусственное освещение / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1990. – 48 с.

2.Пособие по расчёту и проектированию естественного и совмещённого освещения (к СНиП II-4-79*) / НИИСФ Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1985. – 384 с.

3.Скаль Д.Д. Комплексный метод вирішення зенітного освітлення будинків: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.23.01. – Полтава: ПДТУ ім. Ю.Кондратюка, 1999. – 20 с.

4.Гукетлов Х.М. Метод дифференцированного учёта светового климата при расчёте и проектировании верхнего естественного освещения промышленных зданий: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.23.03. – М.: НИИСФ. – 1985. – 20 с.

5.Киреев Н.Н. Повышение эффективности систем естественного освещения зданий на основе более полного учёта ресурсов светового климата // Совершенствование световой среды помещений: Сб. науч. трудов НИИСФ. – М.: ПЭМ ВНИИИС Госстроя СССР, 1986. – С.7-13.

6.Бакулин П.Н., Конторович Э.В., Морозов В.Н. Курс общей астрономии. – М.: Наука, 1983. – 545 с.

Отримано 23.05.2006

УДК 629.3.03

О.С.ШУЛКА

Українська державна академія залізничного транспорту, м.Харків

ДОСЛІДЖЕННЯ ШВИДКОСТІ ЗНОШУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ ТЕРТЯ ПРИБРОБЦІ РОБОЧОЇ РІДИНИ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНИМ ПОЛЕМ

Пропонується засіб для підвищення протизносних властивостей робочої рідини гідроприводів будівельних машин. Наводяться результати лабораторних досліджень швидкості зношування поверхонь тертя при обробці робочої рідини електростатичним полем.