

ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ ЕФЕКТИВНОСТІ ЦИЛІНДРИЧНИХ ДЗЕРКАЛЬНО ВІДБИВАЮЧИХ СВІТЛОВИХ ШАХТ

*Національний університет водного господарства
та природокористування, Україна*

В статті порівнюються методи визначення коефіцієнта корисної дії (ККД) циліндричних дзеркально відбиваючих світлових шахт. Показано графіки залежності ККД від індексу шахти, розраховані за авторським методом і методом Земцова, для різних коефіцієнтів світловідбиття.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень і публікацій.

Визначення ефективності (коефіцієнта корисної дії (ККД)) світлової шахти дозволяє оцінити світловий потік, який ми отримуємо на виході з шахти. Ефективність шахти залежить від її форми, пропорцій, характеру відбиття. Оцінка ефективності світлових шахт (СШ) дозволяє порівнювати їх між собою і на цій основі раціонально підбирати СШ. Зокрема, виникає необхідність зіставляти СШ різних форм і пропорцій. Тому треба мати точний метод розрахунку спільного для всіх СШ критерію оцінки.

В роботі [1] наведено метод визначення ККД для циліндричних дзеркально відбиваючих світлових шахт, який ґрунтується на трасуванні променя в шахті, визначенні яскравості променя на виході з шахти, залежно від числа відбивань променя і його яскравості на вході в шахту. Причому розрахунок проводився для хмарної моделі небозводу за стандартом Міжнародної комісії з освітлення (МКО), яскравість в зеніті приймалася рівною одиниці.

В роботі [2] розглядався розрахунок природної освітленості від дифузно відбиваючих циліндричних шахт, а також – основні моменти розрахунку освітленості від дзеркально відбиваючих циліндричних шахт.

Розрахунку ККД також присвячені роботи [3, 4], в яких наведено графіки залежності ефективності світлових шахт у вигляді паралелепіпеда від індексу шахти [4] (під індексом мається на увазі відношення суми площ верхньої і нижньої основи до площі бічної поверхні світлової шахти), та формула для визначення коефіцієнту світлопередачі [3] (те саме, що й ККД).

Формулювання цілей та завдання статті. В даній роботі поставлена мета – порівняти методи визначення ККД циліндричної дзеркально відбиваючої світлової шахти та проаналізувати отримані результати.

Основна частина. В роботі [3] запропонована така формула для розрахунку ККД від циліндричної дзеркально відбиваючої світлової шахти.

$$K_n = 0.25 \cdot \left(\left(\frac{1}{\beta_u} \right)^2 + 4 - \frac{1}{\beta_o} \right)^2 + 6.8 \cdot \beta_o^2 \cdot \sum_{n=1}^n \rho^n \cdot \frac{n}{(1 + (2 \cdot n \cdot \beta_o)^2)^2}, \quad (1)$$

де, r – радіус світлової шахти;

h – висота світлової шахти;

n – кількість відбиттів світлового потоку від стінок світлових шахт;

ρ – коефіцієнт відбивання;

$\beta_u = \frac{r}{h}$ – індекс циліндричної світлової шахти;

$\beta_o = \frac{r}{\sqrt{h^2 + r^2}}$ – приведений індекс циліндричної світлової шахти.

Формула (1) складається з двох частин. Очевидно, що перша частина відповідає ККД, який створюється прямим світлом, оскільки вона не залежить від коефіцієнта світловідбиття, а друга – відбитим світлом, оскільки вона залежить від згаданого коефіцієнта. Це дозволило побудувати графік залежності ККД, створеного прямим світлом, від індексу шахти (рис. 1, нижня крива). Верхня крива на цьому ж рисунку побудована за методом, наведеним в [1]. Максимальна різниця між значеннями графіків становить 0,06 при індексі шахти 1,0. Різниця між графіками пояснюється тим, що в роботі Земцова прийнятий рівномірний розподіл яскравості за небозводом, що не відповідає стандарту МКО.

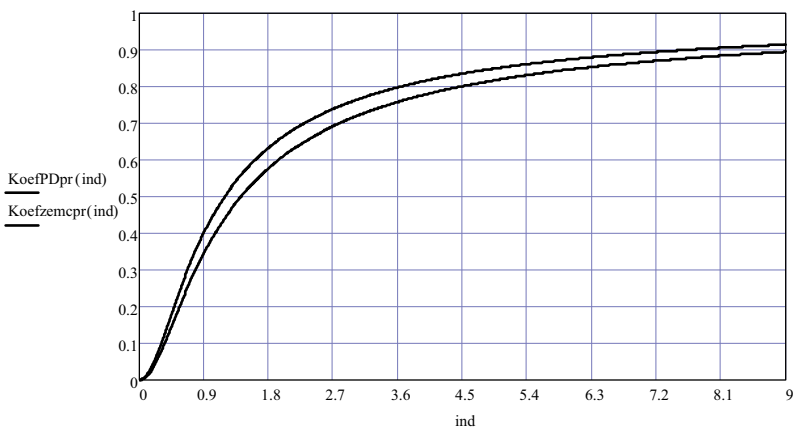


Рис.1. Графіки залежності ККД, створеного прямим світлом, від значення індексу шахти.

На рис. 2, 3 показані графіки залежності ККД, створеного сумарним світлом (прямим та відбитим), від індексу шахти. Як видно з рисунків, графіки отримані за авторським методом і методом Земцова дуже сильно відрізняються. На рис. 2 із збільшенням коефіцієнта світловідбиття зростають значення ККД і поступово наближаються при збільшенні індексу шахти до одиниці, що є фізично коректним. А на рис. 3 при малих значеннях індексу шахти можна спостерігати, що при збільшенні коефіцієнта світловідбиття збільшуються значення ефективності шахти. Але в загальному з графіків видно, що значення ККД практично не залежать від коефіцієнта світловідбиття, що фізично некоректно. Беручи до уваги, що значення ККД, створеного прямим світлом,

відрізняються несуттєво, можна зробити висновок, що в методі Земцова внесок відбитого світла в ККД шахти розраховується некоректно. Причина некоректності полягає в тих спрощеннях, які закладені в модель, а саме: заміна спочатку небозводу з розподілом яскравості за стандартом МКО для хмарного неба на рівнояскравий небозвід, потім заміна рівнояскравого небозводу точковим джерелом світла, а також введення коефіцієнту, який враховує заміну косих променів в шахті променями, паралельними її стінкам. Всі ці заміни проводилися без оцінки можливої похибки.

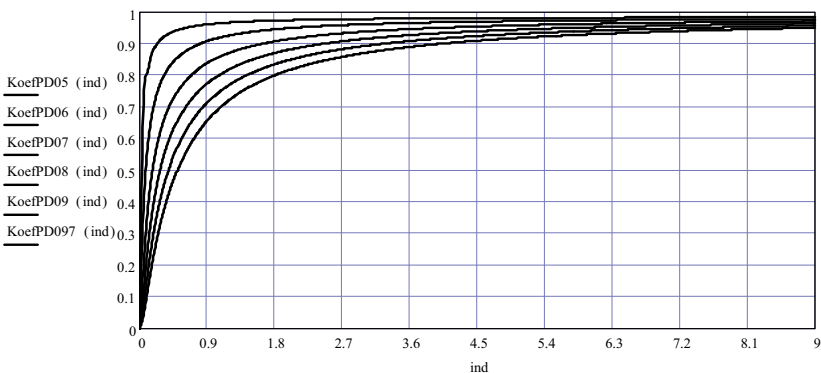


Рис.2. Графіки залежності ККД, створеного сумарним світлом, від значення індексу шахти ($H=3$, $\rho=0.5-0.97$, авторський метод)

На рис. 4 показані графіки різниці значень ККД, отриманих за авторським методом і методом Земцова. Як видно з рисунку зі збільшенням коефіцієнта світловідбиття, збільшується різниця між графіками, що також свідчить про неадекватність моделі Земцова щодо врахування відбитого світла.

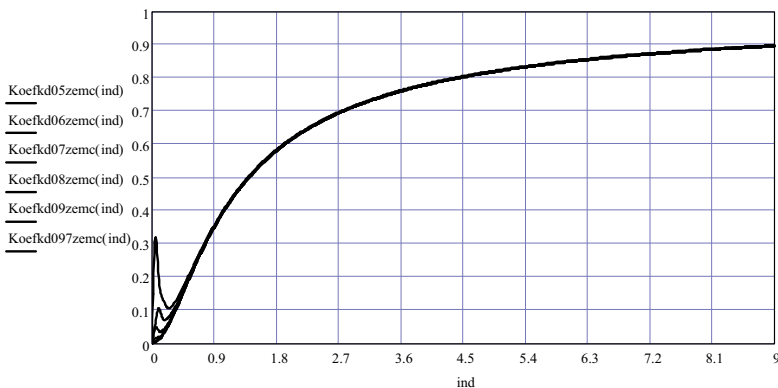


Рис.3. Графіки залежності ККД, створеного сумарним світлом, від значення індексу шахти ($H=3$, $\rho=0.5-0.97$, метод Земцова)

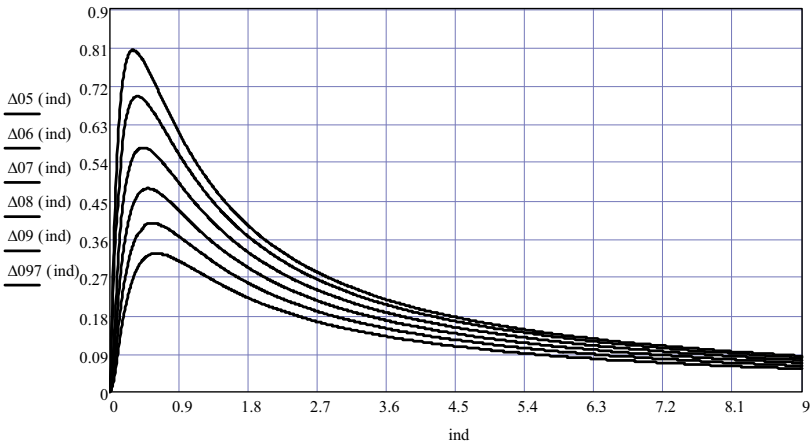


Рис.4. Графіки різниці значень ККД, створеного сумарним світлом, ($N=3, \rho=0,5-0,97$)

Висновки і перспективи подальших досліджень. Порівняльний аналіз авторського методу визначення ККД з методом Земцова показав неадекватність останнього щодо врахування впливу відбитого світла, що пояснюється надмірними спрощеннями, прийнятими в роботах [3, 4]. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на моделювання ККД дзеркально відбиваючих шахт інших форм та розробку методів розрахунку освітленості та інших характеристик світлового поля під світловою шахтою.

Література

1. Пугачов Є.В., Кундрат Т.М. Ефективність СШ з дзеркальним відбиванням світла // Прикл. геометрія та інж. графіка 2006. – Вип. 76. – С. 63-67.
2. Пугачов Є.В. Дискретне геометричне моделювання скалярних і векторних полів стосовно будівельної світлотехніки: Дис. ... докт. техн. наук: 05.01.01/К., 2001. – 353 с.
3. Земцов В.А. К расчету естественного освещения помещений с зенитными фонарями // Исследования по строительной светотехнике. Труды НИИСФ. – М., 1984. – С. 56-59.
4. Земцов В.А. Светопропускание проемов зенитных фонарей направленного отражения // Вопросы качества естественного и искусственного освещения зданий. Сборник трудов НИИСФ – М., 1980. – С. 70-77.

**СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ЭФФЕКТИВНОСТИ
ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗЕРКАЛЬНО ОТРАЖАЮЩИХ
СВЕТОВИХ ШАХТ**

Ю. В. Гарбарук, Е. В. Пугачев

В статье сравниваются методы определения коэффициента полезного действия (КПД) цилиндрических зеркально отражающих световых шахт. Показаны графики зависимости КПД от индекса шахты, рассчитанные авторским методом и методом Земцова, для разных коэффициентов светоотражения.

**COMPARISON THE METHODS OF CALCULATION THE EFFICIENCY
OF CYLINDRICAL LIGHT SHAFTS WITH MIRROR REFLECTION**

J. V. Garbaruk, E. V. Pugachov

In the article the methods of determination the efficiency of cylindrical light shafts with a mirror reflection are comparing. Displaying graphics of dependence the efficiency from index of light shaft, that calculated by author method and Zemcov method, for different coefficient of light-reflection.