

**ВПЛИВ КОЕФІЦІЄНТА СВІТЛОВІДБИВАННЯ НА КОЕФІЦІЄНТ  
КОРИСНОЇ ДІЇ ЦИЛІНДРИЧНИХ СВІТЛОВИХ ШАХТ**

*Національний університет водного господарства та  
природокористування, Україна*

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень і публікацій.** В роботах [2-4] розглядалося моделювання ефективності (ККД) циліндричних світлових шахт з дифузним і дзеркальним відбиттям світла. В роботі [1] порівнювалися ефективності таких шахт. Проте в них не розглядався вплив коефіцієнта світловідбиття світлової шахти на ККД і оптимальні пропорції світлової шахти для заданого значення дифузного або дзеркального коефіцієнта світловідбиття.

**Формулювання цілей та завдання статті.** В даній роботі поставлена мета – показати вплив коефіцієнта світловідбиття на ефективність циліндричних світлових шахт з дифузним і дзеркальним відбиттям світла за однакових геометричних параметрів шахт, а також запропонувати спосіб вибору одного з параметрів шахти таким чином, щоб забезпечити максимальний ККД, створений відбитим від внутрішньої поверхні шахти світлом, при заданому значенні коефіцієнта світловідбиття.

**Основна частина.** Світловий потік на виході з шахти створюється прямим світлом від небозводу і світлом, відбитим від внутрішньої поверхні шахти. Оскільки світловий потік, створений прямим світлом, залежить тільки від геометричних параметрів шахти, то для шахт однакових параметрів він буде теж однаковим і не залежатиме від виду відбиття (дифузне або дзеркальне) і значення коефіцієнта світловідбиття внутрішньої поверхні шахти. Тому ККД світлових шахт однакових геометричних параметрів з дифузним і дзеркальним відбиттям світла будуть відрізнятися лише за рахунок відбитого світлового потоку, який залежить також від значення коефіцієнта світловідбиття. Зважаючи на це, на рисунках 1 і 2 показані залежності ККД, який створюється відбитим світлом, від індексу шахти для різних значень коефіцієнта світловідбивання: 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 0.97. На рис. 1 – для шахти з дзеркальним коефіцієнтом відбивання, а на рис. 2 – з дифузним (нижні криві на обох рисунках відповідають значенню коефіцієнта світловідбиття 0.1, а верхні – 0.97). Під індексом шахти в будівельній світлотехніці розуміють відношення суми площ її вхідного та вихідного отворів до площі бічної поверхні шахти або, що те ж саме для циліндричних шахт, відношення радіусу до висоти шахти. Залежності отримані шляхом розрахунку ККД в середовищі MathCad на векторі значень індексу світлової шахти з використанням авторських програм [3, 4]. Отримані точки проінтерпольовано в цьому ж середовищі кубічними сплайнами.

Зрозуміло, що світлові шахти з внутрішніми поверхнями, які мають малі значення коефіцієнта світловідбиття, в реальній практиці не використовуються. Проте криві для таких значень коефіцієнта розраховані для "повноти картини" і наочно демонструють причину, з якої їх не використовують.

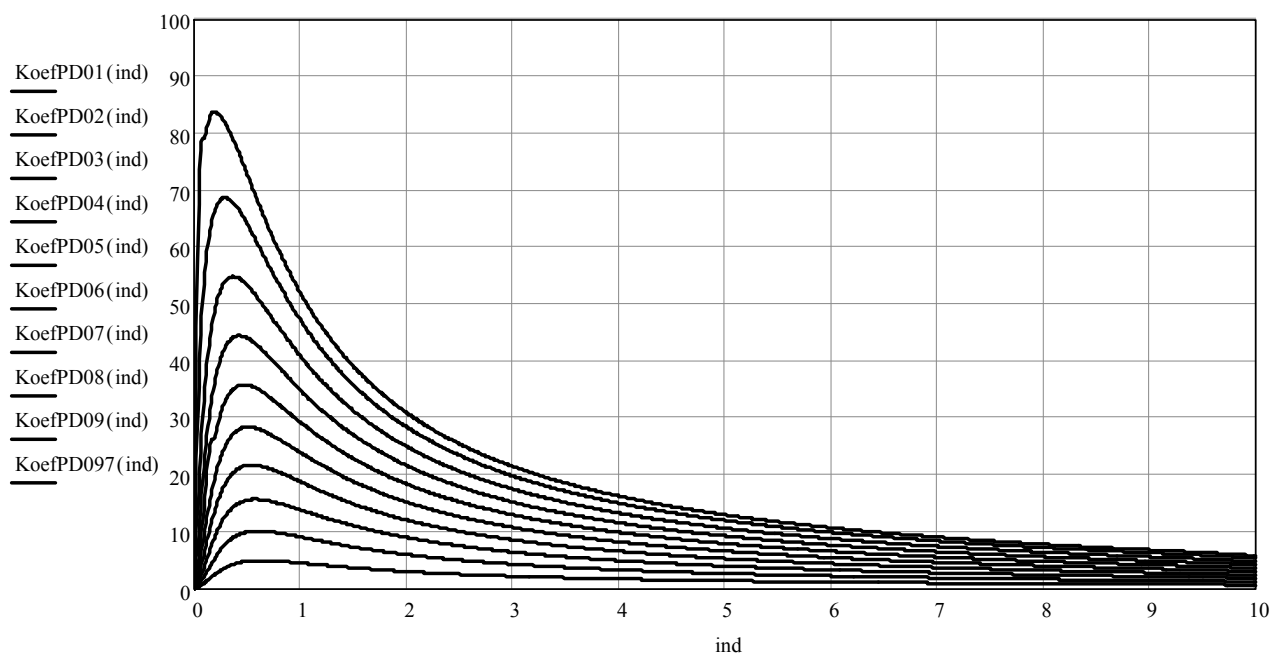


Рис. 1

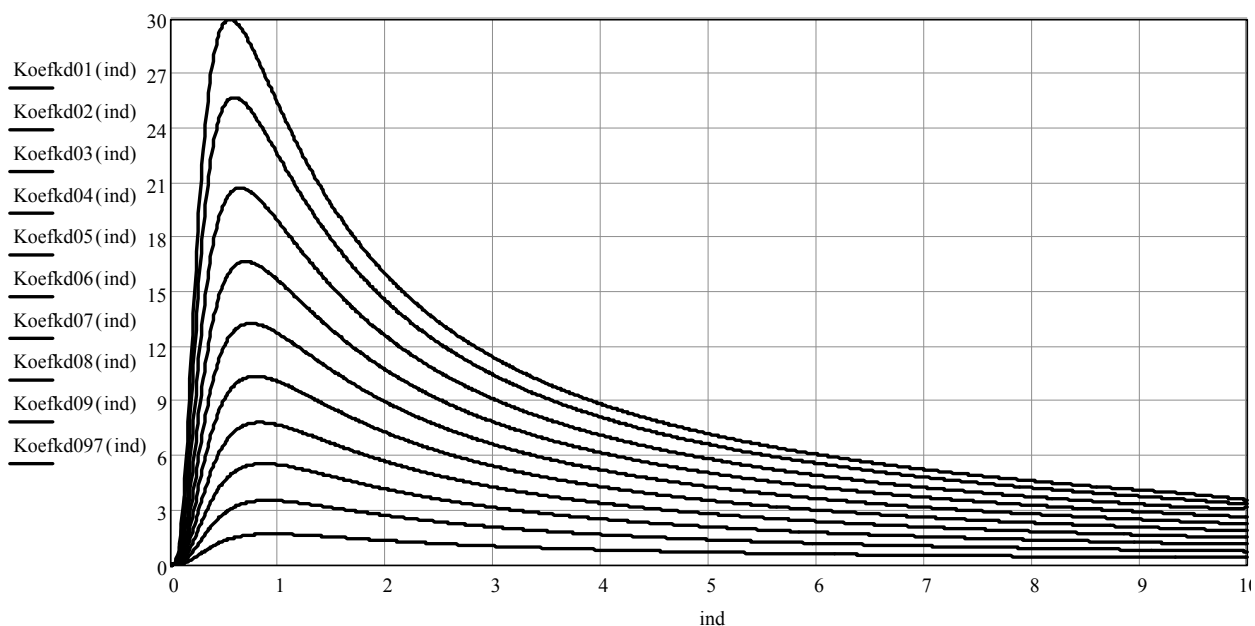


Рис. 2

Як видно з рисунків 1 і 2, максимальні значення ККД припадають на відрізок значень індексу шахти 0.4 – 1.0, що відповідає реальним параметрам циліндричних світлових шахт. При збільшенні індексу шахти (збільшенні її радіусу) значення ККД, створеного відбитим світлом, різко зменшуються, а потім поступово прямують до нуля (криві асимптотично наближаються до горизонтальної осі). Тобто внесок відбитого світла у загальний ККД шахти стає

несуттєвим у порівнянні з внеском прямого світла. Фізично це пояснюється тим, що освітленість обернено пропорційна відстані від освітлювальної точки до джерела світла. Джерелом відбитого світла в нашому випадку є внутрішня поверхня шахти, і при збільшенні її радіусу в центральну зону вихідного отвору відбите світло доходить сильно ослабленим. Тому, якщо ми не хочемо збільшувати ККД шахти тільки за рахунок прямого світла від небозводу (а такі отвори по своїй фізичній суті вже не є світловими шахтами), треба призначати пропорції шахти (її індекс) близькими до значень, які відповідають максимальному внеску відбитого світла у загальний ККД.

Для вибору оптимального значення індексу світлової шахти при заданому значенні коефіцієнта світловідбиття з графіків, наведених на рис. 1, 2, були зняті значення індексу, які відповідають максимальному значенню ККД, створюваному відбитим світлом. В результаті побудовані криві залежності індексу шахти від коефіцієнта світловідбиття для дзеркально і дифузно відбиваючих шахт (рис. 3). Зрозуміло, що при збільшенні коефіцієнта світловідбиття значення індексу шахти, які відповідають максимальному внеску у ККД відбитого світла, зменшуються як для шахт з дифузним, так і для шахт з дзеркальним відбиттям. Але для дзеркально відбиваючих шахт при значеннях коефіцієнта відбиття більших за 0.9 і менших за 0.2 значення індексу практично стабілізується. Графіки на рис. 3 дещо осцилюють. Це пояснюється тим, що значення індексів, які відповідають максимальним значенням ККД, знімалися з проінтерпольованих графіків (рис. 1, 2), а кількість розрахованих точок, можливо, була замалою. З рис. 3 видно, що для дифузно відбиваючих шахт при однаковому значенні коефіцієнта світловідбиття оптимальному значенню ККД відповідають шахти з більшим значенням індексу (верхня крива), тобто шахти більшого радіусу.

Графіки, наведені на рис. 3, можна використати для вибору одного з геометричних параметрів шахти, якщо відомі значення коефіцієнта світловідбиття (дифузного або дзеркального) і з певних причин (технологічних, конструктивних тощо) значення одного з геометричних параметрів шахти. Наприклад, нехай внутрішня поверхня шахти має коефіцієнт світловідбиття 0.9 і висота покриття будівлі, в якому влаштовується світлова шахта, становить 2.5 м (орієнтовна висота шахти). Тоді значенню коефіцієнта світловідбиття 0.9 відповідають значення індексу, який забезпечує максимальний ККД, що створюється відбитим світлом: для дифузно відбиваючої шахти – 0.59, для дзеркально відбиваючої шахти – 0.2. Оскільки індекс шахти – це відношення радіусу до висоти, то радіус шахти для дифузно відбиваючої становитиме – 1.475 м, а для дзеркально – 0.5 м. Якщо ж відомий радіус шахти, то аналогічним чином можна визначити її висоту.

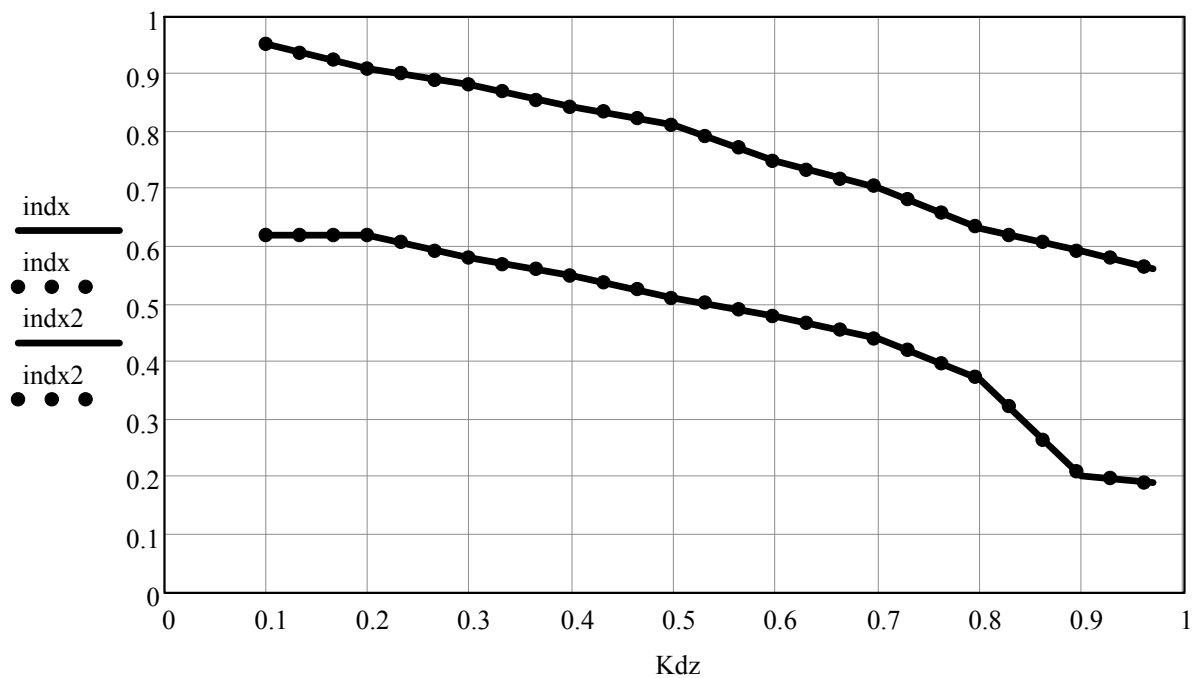


Рис. 3

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Аналіз впливу коефіцієнта світловідбиття на ефективність світлових шахт свідчить, що максимальний внесок у загальний ККД відбитого світла спостерігається на невеликому діапазоні зміни індексу світлових шахт. Причому цей діапазон відповідає їх реальним пропорціям. Дзеркально відбиваючі шахти за однакових геометричних параметрів мають значно більшу ефективність ніж дифузно відбиваючі шахи, обумовлену саме відбитою складовою вихідного потоку. Для ефективного використання цієї особливості необхідно при заданому коефіцієнті світловідбиття внутрішньої поверхні шахти приймати її індекс за графіками, наведеними на рис. 3.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на моделювання ККД дзеркально відбиваючих шахт інших форм, порівняння їх ефективності з ефективністю дифузно відбиваючих шахт таких же форм та розробку методів розрахунку освітленості та інших характеристик світлового поля під дзеркально відбиваючими світловими шахтами.

Іншим не менш важливим напрямком досліджень може бути моделювання освітленості та інших характеристик світлового поля під шахтами різних форм, коли джерелом світла є ясний небозвід і сонце. В цьому випадку згадані характеристики будуть функціями сонячного часу, тобто модель буде динамічною.

*В статье анализируются зависимости коэффициента полезного действия (КПД) цилиндрических световых шахт с диффузным и зеркальным отражением света одинаковых геометрических параметров, от значения коэффициента светоотражения. Источником света является пасмурный*

небосвод по стандарту Международной комиссии по освещению (МКО). Приведены зависимости коэффициента полезного действия шахт от их индекса при различных значениях коэффициента светотражения и показаны зависимости индекса шахты, соответствующие максимальным значениям КПД, от коэффициента светотражения.

*The article examines the coefficient of performance (COP) of cylindrical light shafts with the diffuse and mirror reflection of light of identical geometric parameters from the value of the coefficient of light reflection. The light source is a cloudy sky on the standard of the International commission on illumination (ICI). Shows the dependence of the efficiency of shafts from their index for various values of coefficient of light reflection, and shows the dependence of index of the shafts corresponding to the maximum values of COP from light reflection coefficient.*

## ЛІТЕРАТУРА

1. Гарбарук Ю.В., Кундрат Т.М., Пугачов Є.В. Порівняння коефіцієнта корисної дії циліндричних світлових шахт з дифузним і дзеркальним відбиванням світла // Технічна естетика і дизайн. – 2010. – Вип. 8. – С. 75 – 79.
2. Кундрат Т.М. Геометричне моделювання освітленості від світлових шахт з дифузним відбиванням світла: дис. ... кандидата техн. наук: 05.01.01. – Київ., 2010. – 198 с.
3. Пугачов Є.В., Кундрат Т.М. Моделювання ефективності циліндричних світлових шахт з дифузним відбиванням світла // Системні технології: регіон. міжвуз. зб. наук. праць. – Дніпропетровськ: ДНВП “СТ”, 2006. – Вип. 3(44). – С. 82–87
4. Пугачов Є.В., Кундрат Т.М. Ефективність світлових шахт з дзеркальним відбиванням світла // Прикл. геометрія та інж. графіка 2006. – Вип. 76. – С. 63–67.