

Юлия ГАРБАРУК, Евгений ПУГАЧЁВ

Национальный университет водного хозяйства и природопользования, Ровно, Украина

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСВЕЩЕННОСТИ ОТ СВЕТОВЫХ ШАХТ ДЛЯ ПОХОРОННОГО ДОМА ГОРОДА ГРОДНО (БЕЛОРУСЬ)

Рассматривается моделирование освещенности на горизонтальной расчетной плоскости под зеркально отражающими световыми шахтами в форме параллелепипеда квадратного сечения как вариант, предлагаемый для использования в похоронном доме вместо принятых в проекте шахт с диффузным отражением света. Показаны поверхности освещенности для разных значений коэффициента зеркального отражения.

**Ключевые слова:** моделирование освещенности, световые шахты

### ВСТУПЛЕНИЕ

Световые шахты представляют собой зенитные фонари, в которых значительную часть выходящего из шахты светового потока составляет поток, созданный отраженным от стенок шахты светом. Их применяют в тех случаях, когда нужно пропустить естественный свет через конструкцию покрытия большой высоты или технический этаж. Например, когда устроено покрытие по фермам и подвесной потолок. Применяются световые шахты в зданиях различного назначения как для решения чисто утилитарной задачи - освещения естественным светом, так и для дизайна интерьера. Для световых шахт чаще всего используют простые геометрические формы: цилиндр, параллелепипед, усеченные пирамида и конус.

Для примера на рисунке 1 представлены объекты, в которых использованы световые шахты:

- а - Штеделевский художественный институт и галерея, Франкфурт-на-Майне, Германия,
- б - Центр Ближнего Востока, колледж Св. Антония, университет Оксфорда.

### 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА И НЕОБХОДИМОСТЬ УСТРОЙСТВА СВЕТОВЫХ ШАХТ

Здание похоронного дома в г. Гродно имеет размеры в осях 43,66x56,33 м. Основная часть здания имеет коридорную планировочную структуру. Коридоры пересекаются под прямым углом. Причем оба коридора освещаются

только с торцов и только вторым светом через вестибюль и тамбуры. Длина коридоров 44,2 и 16,2 м. В связи с этим возникла необходимость устройства верхнего света через световую шахту. Для того чтобы ее свет освещал оба коридора, шахта размещена над пересечением коридоров. Поэтому свет, отраженный поверхностями коридоров, распространяется в их глубь. В здании находятся шесть ритуальных залов. Самый большой из них имеет размеры в осях 14,4x14,4 м. Он имеет две наружные стены, в которых нет окон, очевидно, из функциональных соображений. Зал освещается сверху световой шахтой, что придает ритуалу сакральный характер. Таким образом, в первом случае применение световой шахты носит чисто утилитарный характер (освещение естественным светом коридоров), а во втором - и утилитарный и архитектурно-художественный.

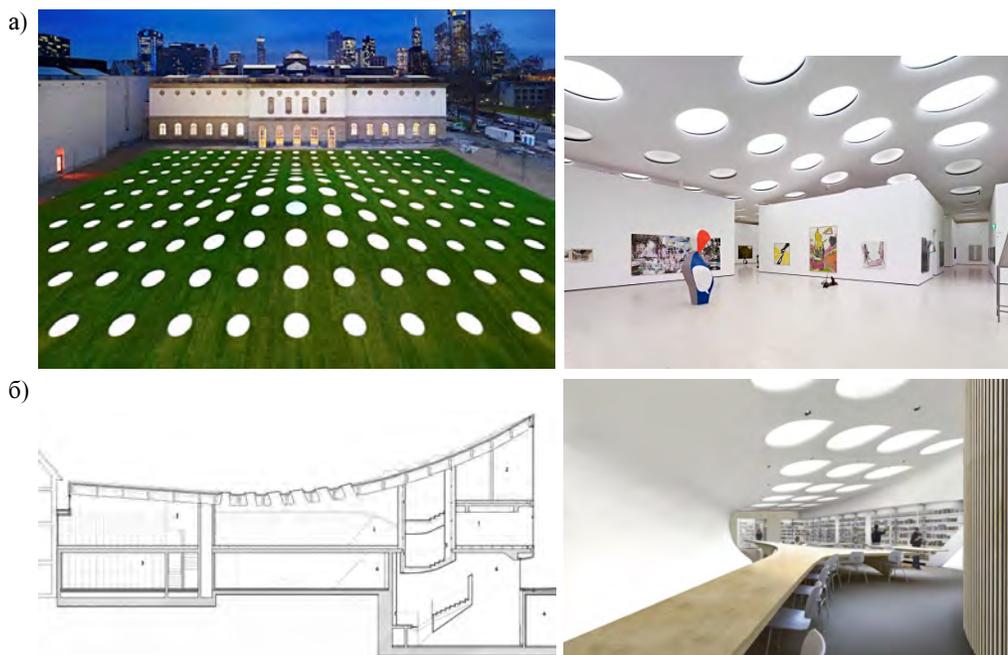


Рис. 1. Примеры использования световых шахт в мировой практике

## 2. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И КОНСТРУКЦИИ СВЕТОВЫХ ШАХТ

Световая шахта над пересечением коридоров по форме представляет собой параллелепипед квадратного сечения 3,8x3,8 м. Высота шахты без светопрозрачного фонаря, но с подвесным потолком составляет 2,5 м. Фонарь имеет форму четырёхгранной пирамиды, грани которой наклонены к горизонтальной плоскости под углом 45 градусов. Остекление фонаря - однокамерные стеклопакеты в переплетах из ПВХ. Световая шахта в покрытии ритуального зала представляет собой тоже параллелепипед квадратного сечения 5,6x5,6 м

высотой 1,5 м (с подвесным потолком). Фонарь тоже имеет форму четырёхгранной пирамиды, грани которой наклонены к горизонтальной плоскости под углом 45 градусов. Остекление фонаря однокамерные стеклопакеты в переплетах из ПВХ.

Для отделки внутренней поверхности обеих шахт применена штукатурка, которая имеет свойства отражать свет диффузно, тогда как компьютерное моделирование показало [1], что коэффициент полезного действия (светопередача) зеркально отражающих шахт приблизительно в три раза выше, чем диффузно отражающих шахт. Поэтому была поставлена задача: рассчитать коэффициенты полезного действия и поверхности освещенности под шахтами для значений коэффициента зеркального отражения: 0,7; 0,8; 0,9; 0,97.

### 3. РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ И ПОВЕРХНОСТЕЙ ОСВЕЩЕННОСТИ

Расчет коэффициентов полезного действия проводился в авторской программе [2] в системе MathCad как отношение выходящего из шахты светового потока к входящему в нее световому потоку. В расчете использовалась модель облачного неба Муна-Спенсер, в которой яркость в зените условно принималась равной единице. Для наглядности графика коэффициенты зеркального отражения задавались в пределах от 0,2 до 0,97 (то есть и очень маленькие, которые в практике не используются) через 0,1. На рисунках 2 и 3 показаны графики зависимости коэффициента полезного действия от коэффициента зеркального отражения для световой шахты над пересечением коридоров и в ритуальном зале, соответственно. Очевидно, что для отделки внутренней поверхности шахт необходимо применять материалы с высокими значениями коэффициента зеркального отражения.

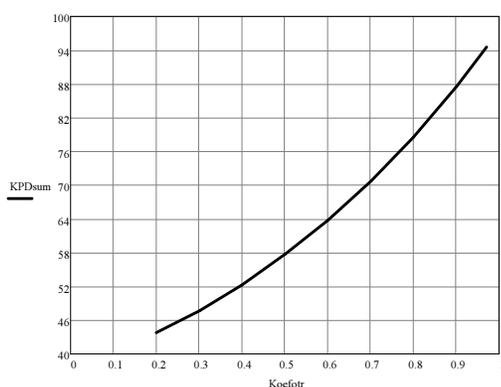


Рис. 2. Зависимость коэффициента полезного действия от коэффициента зеркального отражения для световой шахты над пересечением коридоров

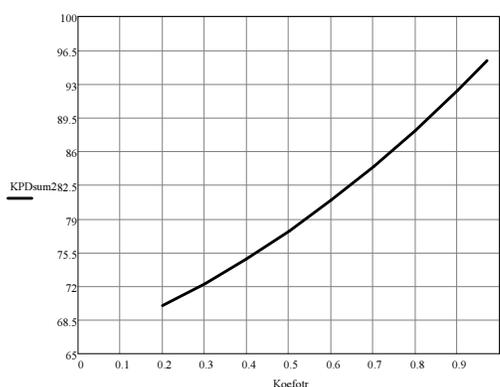


Рис. 3. Зависимость коэффициента полезного действия от коэффициента зеркального отражения для световой шахты в ритуальном зале

Существенным моментом расчета естественной освещенности под шахтой является выбор расчетной плоскости. Для шахты, размещенной над пересечением коридоров, в качестве расчетной плоскости принята поверхность пола, так как на ней происходит зрительная работа глаз во время передвижения человека по коридору. Для шахты в покрытии ритуального зала в качестве расчетной плоскости принята горизонтальная плоскость, размещенная на расстоянии 1 м от пола, поскольку приблизительно на этом уровне размещается гроб и происходит зрительная работа глаз людей.

Расчет поверхности освещенности производился в авторской программе [3], реализованной в системе MathCAD, для облачной модели небосвода по Муну-Спенсер, в которой яркость в зените также принималась равной единице. Поэтому значение освещенности получены в относительных единицах и для пересчета в единицы освещенности - люксы - необходимо их умножить на величину яркости небосвода в зените.

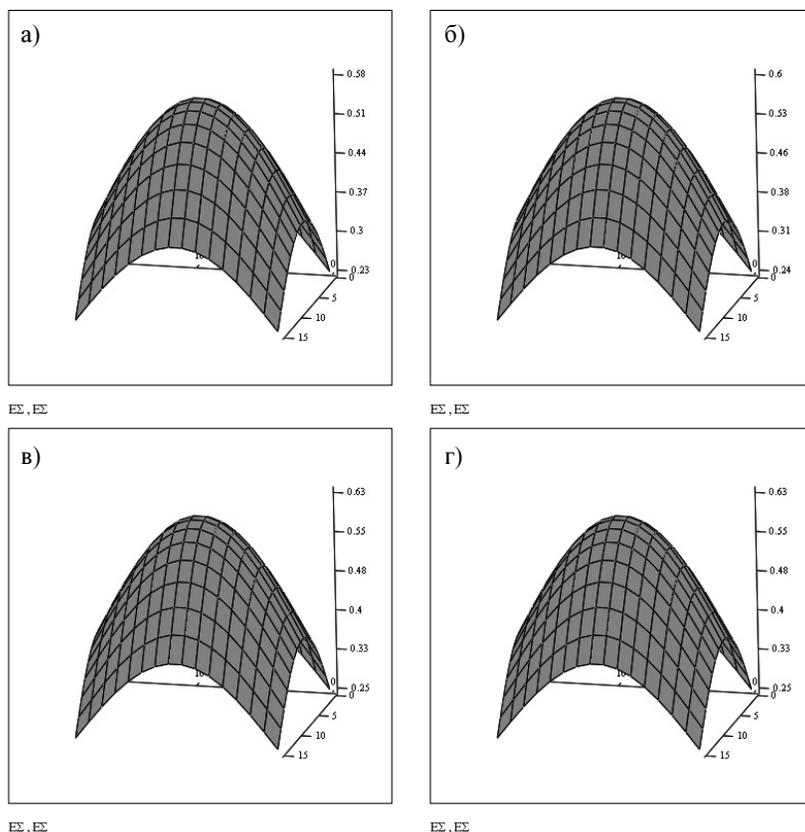


Рис. 4. Поверхности освещенности расчетной горизонтальной плоскости для шахты, размещенной над пересечением коридоров

Потери света в светопрозрачных ограждениях фонаря учитывались коэффициентом светопропускания, значение которого для однокамерных стеклопакетов

тов равно 0,8. А светопотери в непрозрачных элементах фонаря (переплетах) - с помощью коэффициента, который рассчитывался как отношение площади в свету непрозрачных элементов светопроема к общей площади ограждения фонаря. Для световой шахты над пересечением коридоров его значение составляет 0,5, а для световой шахты в покрытии ритуального зала - 0,8. Полученные в программе значения освещенности в относительных единицах умножалось на два коэффициента - светопропускания и потерь света в непрозрачных элементах фонаря.

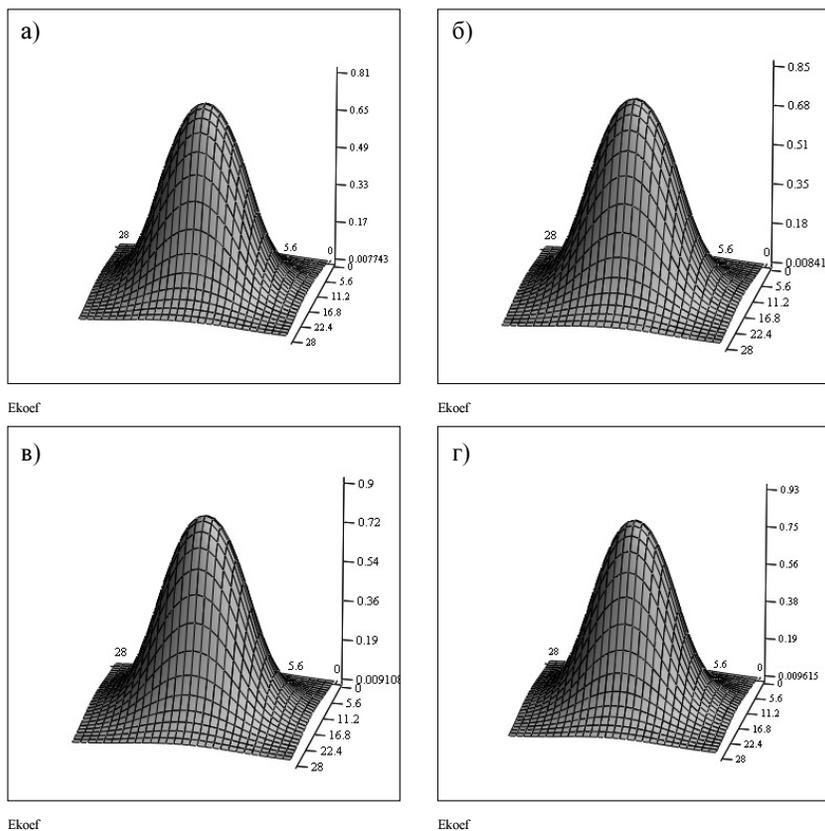


Рис. 5. Поверхности освещенности расчетной горизонтальной плоскости для шахты в покрытии ритуального зала

Для шахты, размещенной над пересечением коридоров, расчетные точки задавались в пределах общей площади пересечения коридоров, а для шахты в покрытии ритуального зала в пределах всего зала.

На рисунке 4 представлены поверхности освещенности расчетной горизонтальной плоскости для значений коэффициента зеркального светоотражения: 0,7; 0,8; 0,9; 0,97 (а, б, в, г - соответственно) для шахты, размещенной над пересечением коридоров, а на рисунке 5 - для тех же значений коэффициента зеркального отражения, но для шахты в покрытии ритуального зала.

## ВЫВОДЫ

Применение световых шахт с зеркальным отражением позволяет существенно увеличить освещенность коридора и ритуального зала по сравнению с шахтами с диффузно отражающими шахтами, что может быть особенно важным для освещения коридоров, которые освещаются только вторым светом с их торцов. Для ритуального зала увеличение освещенности может быть важно с точки зрения зонирования зала: люди должны находиться в затемненной зоне по периметру зала, а гроб в освещенной зоне в центре зала.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Гарбарук Ю.В., Кундрат Т.М., Пугачов С.В., Вплив коефіцієнта світловідбивання на коефіцієнт корисної дії світлових шахт квадратного перерізу, Науково-технічний збірник «Енергозбереження в будівництві» 2012, 3, 57-61.
- [2] Гарбарук Ю.В., Пугачов С.В., Ефективність світлових шахт квадратного перерізу з дзеркальним відбиванням світла, Науково-технічний збірник «Прикладна геометрія та інженерна графіка» 2012, 89, 130-135.
- [3] Гарбарук Ю.В., Пугачев Е.В., Моделирование светового вектора и освещенности от световой шахты в виде параллелепипеда прямоугольного сечения с зеркальным отражением, Вестник ХНТУ 2014, 50, 239-244.

## MODELING OF ILLUMINATION FROM LIGHT SHAFTS FOR THE FUNERAL HOUSE OF THE CITY OF GRODNO (BELARUS)

**Modeling of illumination on the settlement planes under mirror reflecting light shafts of square section as the option offered for use in the funeral house instead of accepted in the project shafts with diffusion reflection is considered. Illumination surfaces for different values of coefficient of a mirror reflection are shown.**

**Keywords: modeling of illumination, light shafts**