

УДК 699.86

*В.А. ЗЕМЦОВ, канд. техн. наук,
Научно-исследовательский институт строительной физики РААСН (Москва)*

Пути совершенствования верхнего естественного и совмещенного освещения помещений различного назначения

Рассмотрены примеры применения систем верхнего и совмещенного освещения общественных зданий и совершенствования этих систем посредством применения световодов и световых кондиционеров. Приведены преимущества применения световодов.

Ключевые слова: *естественное освещение, совмещенное освещение, шахтные фонари, световоды, световые кондиционеры.*

При проектировании зданий различного назначения, включая общественные здания, в крупных городах решающее значение приобретает вопрос о рациональном использовании земли. Одним из путей решения этой проблемы является использование широкогабаритных одно- и многоэтажных зданий общественного назначения. В широкогабаритных многоэтажных и одноэтажных зданиях с техническими этажами соблюдение норм естественного освещения связано с необходимостью увеличения высоты окон и, как следствие, высоты помещения. Однако этот путь решения задачи экономически и светотехнически невыгоден. Альтернативным решением является использование совмещенного освещения помещений. Его сущность заключается в обеспечении некоего процента естественного освещения от требуемой величины, а недостаток естественного освещения пополняется искусственным дневным, который по яркости, спектру излучения, динамике освещения, характеру излучения приближается к соответствующим характеристикам естественного света.

Разновидностью совмещенного освещения является световое кондиционирование, предусматривающее постоянную освещенность рабочих поверхностей независимо от колебаний наружной освещенности.

Использование в качестве дополнительного искусственного освещения систем, предназначенных для освещения в темное время суток, часто оказывается неприемлемым, так как неорганизованное совмещение естественного и искусственного освещения не может обеспечить необходимых условий для зрительной работы.

Дополнение естественного освещения некоторым количеством искусственного света при активном кондиционировании возможно только от специальных источников, подобранных по уровню освещенности, спектральному составу, степени рассеивания светового потока, яркости и размерам светящихся поверхностей. Добиться всего перечисленного возможно лишь в том случае, если совместить в единое световое устройство источники естественного и искусственного освещения и регулирующие приспособления.

В качестве источников естественного света при верхней системе освещения в широкогабаритных зданиях являются фонари шахтного типа, зенитные фонари и световоды (СП 23-102–2003 «Естественное освещение жилых и общественных зданий». Актуализированная редакция СП 23-102–2003. Минрегион России, 2008).

Зенитные фонари применяются в одноэтажных зданиях с небольшой глубиной покрытия. В данной работе рассмотрены одноэтажные здания с высоким техническим этажом, с повышенными техническими требованиями к микроклимату, включая освещенность, а также многоэтажные широкогабаритные здания.

Обеспечить естественным светом значительную площадь широкогабаритных помещений боковыми светопроемами невозможно. В этом случае имеет место практика применения шахтных фонарей, устройств, объединяющих зенитный фонарь и световую шахту. Для увеличения световой активности поверхности стенок целесообразно отделать материалом с возможно большим коэффициентом направленного отражения. Вызывает определенный интерес применение шахтных фонарей в отечественной и зарубежной практике.

Попытка в период проектирования Дворца Советов в начале 1940-х гг. осуществить естественное освещение одного из залов дворца через большую световую шахту была проверена на модели зала (Н.М. Гусев. Освещение Большого и Малого залов Дворца Советов. Фонари верхнего света. М.–Л.: Стройиздат Наркомстроя, 1941 г.). Из числа построенных остановимся на некоторых в нашей стране и за рубежом.

Верхнее естественное освещение кассового зала предварительной продажи билетов Московского железнодорожного вокзала в Санкт-Петербурге выполнено с помощью шахтных фонарей в форме усеченного конуса с диаметром верхнего отверстия 1,2 м и выходного 1,7 м. Глубина шахты фонаря составляет 1,25 м. Внутренние поверхности шахты окрашены светлой матовой краской и имеют коэффициент отражения 0,6. Помещение кассового зала (рис. 1) высотой 7,1 м, шириной 7 м, длиной более 30 м



Рис. 1. Интерьер с шахтными фонарями

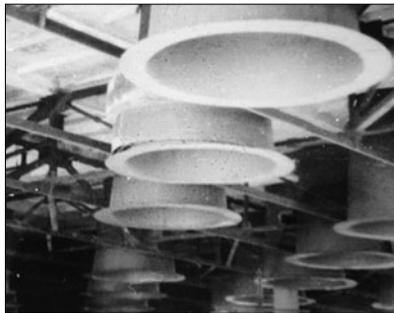


Рис. 2. Шахтные фонари в процессе монтажа в читальном зале библиотеки АН (Москва)

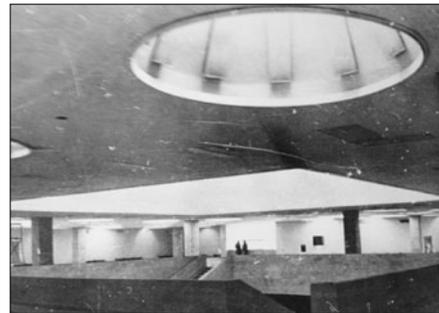


Рис. 3. Фрагмент интерьера читального зала ГЦНМБ в Москве

отделано материалами светлых тонов со средневзвешенным коэффициентом отражения 0,5. На кровле помещения установлено 113 фонарей в шахматном порядке. Расстояние между осями соседних фонарей в ряду равно 3 м, а между осями рядов 2,21 м. Относительная площадь фонарей составляет 17%.

Искусственное освещение кассового зала осуществляется с помощью люминесцентных ламп мощностью 20 Вт, смонтированных по периметру световых шахт фонарей. В каждой шахте размещено по 32 лампы.

В читальном зале библиотеки Академии наук в Москве использованы шахтные фонари в форме усеченного конуса (рис. 2) с диаметром входного отверстия 1,8 м и выходного – 2,05 м. Глубина светопроводной шахты 3,8 м. Светопрозрачное заполнение фонаря – двухслойный купол из органического стекла. В покрытии библиотеки установлено 138 фонарей. Световые шахты выполнены из стального листа толщиной 1,5 мм и окрашены белой краской с коэффициентом отражения 0,7.

Помещение читального зала (рис. 3) Государственной центральной научной медицинской библиотеки высотой 3,5 м имеет размеры в плане 54×54 м. В центре зала расположена лестничная площадка 16×16 м. Естественное освещение зала осуществляется через зенитные фонари шахтного типа глубиной 3 м.

Конфигурация световой шахты представляет собой сочетание цилиндра с усеченным конусом. Верхняя цилиндрическая часть имеет высоту 1,8 м и диаметр 1,5 м, нижняя коническая часть имеет высоту 1,2 м и диаметр выходного отверстия 2,7 м. Всего для освещения зала установлено 127 фонарей, которыми достигается среднее значение КЕО 2%.

Учитывая, что нормированное значение КЕО для читального зала составляет 4%, зал относится к помещениям с недостаточным естественным освещением по условиям зрительной работы, что обусловило применение совмещенного освещения. Для компенсации недостатка естественного освещения в дневное время, а также для подсветки полости фонарей в вечернее время в раструбах фонарей установлены люминесцентные светильники ЛПО 02×40 по десять штук в каждом фонаре.

В дневное время работает часть светильников, которая дополняет естественное освещение, а в вечерние часы включается вся система искусственного освещения.

Интересно решение освещения Олимпийского телерадиокомплекса в Москве (Д.Б. Заливинский, Г.В. Тихонова. Освещение Олимпийского телерадиокомплекса // Светотехника. 1980. № 11) с использованием глубоких шахтных

фонарей. Учитывая, что условия работы в основных помещениях комплекса требуют длительного пребывания персонала в помещениях, лишенных естественного света, в продольной оси здания запроектирована парадная лестница, которая связывает главный вестибюль с помещениями всех этажей и заканчивается на пятом этаже зимним садом, служащим местом отдыха персонала. Естественное освещение парадной лестницы осуществляется через зенитные фонари шахтного типа. Стенки световых шахт окрашены белой матовой краской. Глубина шахт принята переменной. Для освещения площадок лестницы на пятом и четвертом этажах шахты запроектированы глубиной 10 м для площадок третьего этажа – 15 м, второго – 20 м. Размеры шахт в плане 4×6 м.

Вечернее освещение главной лестницы осуществляется через те же шахты, в которых смонтированы вертикальные трехцелевые световоды диаметром 600 мм с газоразрядными лампами ДРИЗ-700-1. Благодаря наличию трех щелей канала световода за счет многократных отражений яркость стенок шахты в вечернее время практически одинакова с их яркостью при дневном освещении.

Освещение музея в Нью-Йорке (США) выполнено квадратными фонарями (121 шт.). Размер входного отверстия фонарей в плане 1×1 м. Световая шахта имеет форму усеченной пирамиды высотой 1,5 м. Снаружи проем фонаря закрыт куполами из прозрачной пластмассы, выходные отверстия фонарей закрыты крупной жалюзийной решеткой.

В зале Музея искусств в г. Париже освещение осуществляется через конусные шахтные фонари с диаметром входного отверстия 0,8 м. Снаружи они закрыты сферическими колпаками из органического стекла. Высота световой шахты 1,7 м. Стенки шахты окрашены белой краской. Со стороны помещения эта система оформлена в виде кессонированного потолка. Выбранные геометрические пропорции световых проемов обеспечивают хорошую защиту помещения от прямой солнечной радиации.

Общим недостатком приведенных систем освещения является невысокий коэффициент использования естественного света в помещениях вследствие неудовлетворительной световой активности шахтных фонарей с отделкой светопроводных шахт материалами с диффузным отражением.

В настоящее время в странах Европы, США, Японии получили большое распространение полые световоды для осуществления естественного освещения широкогабаритных помещений. Причиной тому является необходимость в энергосбережении и появлении на рынке новых

отделочных материалов с высоким коэффициентом направленного отражения света, который приближает к единице.

Полый световод (рис. 4) состоит из светонаправляющей части (светопроводной шахты), на внешнем конце которой находится некоторое устройство для сбора естественного света, а на внутреннем конце размещается средство распределения света в помещении. Устройство для сбора естественного света может располагаться либо на уровне кровли, либо устанавливаться на фасаде здания. Различают пассивные и активные устройства для сбора световых потоков неба.

К пассивным устройствам можно отнести обычные купола из органического стекла или стеклопакетов, которые перекрывают отверстие световода, или стационарно установленный на входе светопроводной шахты элемент, позволяющий перераспределять световые лучи, близкие к горизонту, и направлять их под углом, близким к вертикальному углу с целью сокращения числа отражений в светопроводной шахте.

К активным устройствам относятся гелиосистемы с механическим приводом для слежения за перемещением солнца. Гелиосистема следит за солнцем, собирает солнечный свет в пучок и направляет свет в светопроводную шахту. В качестве концентратора света может быть либо зеркало слежения, либо линза Френеля, обычно размещенная на крыше. Управление концентратором осуществляется с помощью светочувствительных датчиков и компьютеров для слежения за солнцем. Второе зеркало гелиосистемы направляет сконцентрированный пучок света в светопроводную шахту под углом, близким к вертикальному, повышая тем самым коэффициент передачи естественного света в помещение. Гелиосистемы являются дорогостоящими в управлении.

Пассивные устройства для сбора светового потока получили наибольшее распространение для бытового освещения из-за более низкой затратности по сравнению с гелиостатами. В наиболее элементарном виде это могут быть купола из органического стекла, которые перекрывают вход-



Рис. 4. Полый световод: 1 – устройство для сбора естественного света; 2 – светонаправляющая секция; 3 – устройство для распределения естественного света внутри помещения

ное отверстие световода. Дополнительно в купола может быть включено устройство для перенаправления света в светопроводную шахту в направлении, близком к оси шахты. Получают распространение устройства отклоняющих панелей, предназначенные для перенаправления света в осевом направлении, и рефлекторы, известные под названием «световые совки», которые обеспечивают перехват прямого солнечного света. Как правило, их размещают внутри купола. Перераспределяющие устройства позволяют увеличить световую активность световодов до двух раз в яркую погоду. Однако при пасмурном небосводе такие устройства приводят к снижению световой активности шахтных фонарей.

Транспортирование естественного света от небосвода до потребителя (помещения) осуществляется по светопроводной шахте фонаря (рис. 5).

Как правило, светопроводные шахты имеют цилиндрическую форму. Световая активность их зависит от материала внутренней отделки. В современных светопроводных шахтах фонарей применяются отделочные материалы с направленным отражением светового потока.

К коэффициенту полезного действия (коэффициент светопередачи) светового кондиционера главным образом зависит от отражательных свойств отделочного материала светопроводной шахты. Материалом для отделки светопроводной шахты с направленным отражением служит в основном алюминиевая техническая фольга. Коэффициент направленного отражения фольги зависит от степени уплотнения ее в процессе проката и составляет 70–85%.

В результате недавних разработок получены отражающие материалы, основанные на применении многослойных полимерных оптических стеков. Зеркальный (направленный) коэффициент отражения этих материалов приближается к 99%. Применение подобных материалов в световых кондиционерах позволяет значительно увеличить расстояния, на которых передача света становится экономически выгодной.

К коэффициенту светопередачи кондиционера зависит также и от пропорций светопроводной шахты – отношения

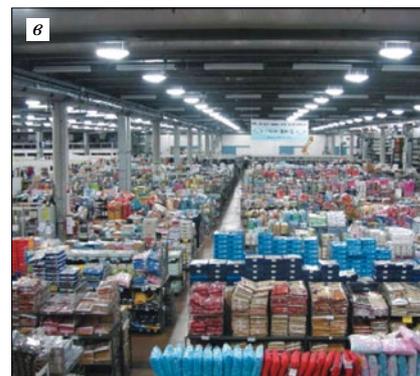


Рис. 5. Примеры естественного освещения зданий полыми световодами: а – круглое входящее устройство; б – квадратное входящее устройство; в – естественное освещение складского помещения

длины к диаметру. Чем больше будет длина пути света, зависящая от пропорций светопроводной шахты, тем больше будет число отражений и тем меньше коэффициент полезного действия кондиционера. Передача света по зеркальной светопроводной шахте может вызывать изменение его спектрального состава. Так, в покрытых серебром светопроводных системах происходит смещение спектрального состава в «красную», теплую область спектра, а при использовании в качестве отражающего покрытия алюминия происходит смещение в «синюю», холодную область спектра.

На выходном отверстии светопроводной шахты размещается средство распределения света внутри помещения. Обычно на выходном отверстии светопроводные шахты выполняются в виде куполообразного диффузора и изготавливаются из опала или призматического материала диаметром, соответствующим диаметру самой светопроводной шахты.

Помимо световых кондиционеров с вертикальным расположением светопроводной шахты в проектной практике применяются горизонтальные направляющие системы. В этом случае светопроводные шахты размещаются в зоне подвесного потолка. Приемное средство (коллектор) размещается на фасаде здания и используется в сочетании с низко расположенным окном.

Коллектор ориентируется в зданиях, строящихся в южных широтах, в сторону зенита, а на северных широтах – в сторону горизонта, где солнце позволяет повысить КПД системы за счет прямых солнечных лучей.

В отечественной практике световоды не нашли широкого применения, несмотря на очевидные преимущества перед традиционными зенитными и шахтными фонарями.

Применение световодов позволит: повысить световую активность за счет применения современных отделочных материалов направленного света; снизить площадь элементов систем естественного света для достижения равных в сравнении с зенитными фонарями значений КЕО; снизить вес системы естественного освещения – значительно снизить нагрузки на перекрытие; увеличить глубину передачи естественного света от небосвода до помещения (длина световода может достигать высоты технического этажа и более); применять современные малогабаритные источники искусственного света в случае использования световодов в качестве световых кондиционеров; сократить капитальные и эксплуатационные затраты на освещение; улучшить качество интерьера помещения.

Тормозом для применения световодов является отсутствие методов расчета естественного освещения помещений со световодами. Следующей причиной пассивного использования световодов является отсутствие инженерных разработок систем естественного освещения помещений с их применением и разработок световых кондиционеров как элементов системы совмещенного освещения.

В связи с этим в настоящее время назрела необходимость в проведении теоретических и экспериментальных исследований естественного и совмещенного освещения световодами и световыми кондиционерами с применением световодов в зданиях различного назначения.

ПОЛЕЗНЫЕ КНИГИ

«Расчет и конструирование монолитных преднапряженных конструкций гражданских зданий»

Портаев Д.В.

М.: Изд-во АСВ, 2011. 248 с.

В книге рассмотрены основные аспекты расчета и конструирования монолитных железобетонных перекрытий и покрытий с натяжением канатной арматуры «на бетон». Приведены примеры расчета, основные параметры оборудования и систем преднапряжения, а также примеры реализованных конструкций. Затронуты вопросы сравнения отечественных и зарубежных расчетных методик, анализа экономической целесообразности применения преднапряженных конструкций, производства работ по преднапряжению. Также приведены примеры использования преднапряжения в конструкциях «стены в грунте», фундаментных плитах полов по грунту, а также при усилении конструкций зданий.

Данная монография может быть интересна для инженеров, работающих в области проектирования монолитных железобетонных конструкций гражданских зданий, студентов строительных специальностей.

«Проектирование и устройство оснований и фундаментов на посадочных грунтах»

Крутов В.И., Ковалев А.С., Ковалев В.А.

М.: Изд-во АСВ, 2013. 544 с.

На основе учета особенностей просадочных грунтов, взаимодействия их с фундаментами в соответствии с требованиями действующих нормативных документов излагаются современные методы и положения по расчету просадочных деформаций грунтов, проектированию оснований и фундаментов, а также по технологии устройства искусственных (уплотненных) оснований, фундаментов мелкого заложения, свайных различных видов, усилению деформировавшихся зданий и сооружений, выполнению геотехнического мониторинга. Большинство из разработанных и описанных в книге методов устройства искусственных оснований, конструкций фундаментов для просадочных грунтов широко применяются при строительстве на других видах грунтов.

Нормативные материалы приведены по состоянию на 01.01.2012 г.

Для инженерно-технических работников проектных и строительных, а также научных, изыскательских организаций, студентов, аспирантов, преподавателей строительных специальностей вузов.