

УДК 628.971

Ю. О. Васильева, канд. техн. наук,
Е. Н. Ляшенко,
 Харьковський національний
 університет городского хозяйства
 имени А. Н. Бекетова
 каф. Светотехники и источников
 света тел. (057) 707-32-42
А. Л. Васильев, ведущий инженер
 электротехнического отдела
 ООО «МетПромПроект»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Введение. В СНГ к концу XX в. сложился огромный фонд производственных зданий, которые в настоящее время совсем не используются, используются частично или не по прямому назначению. При соответствующих экономических условиях, когда возникает необходимость в модернизации производства, такие здания реконструируются и перепрофилируются. Новое строительство ведется по качественно новым принципам, исключая гигантоманию. Здания при этом должны быть экономичными как при строительстве, так и при эксплуатации. В связи с ростом стоимости энергии энергоэкономичность строящихся и реконструируемых зданий становится одним из показателей качества. При этом системы искусственного освещения играют главную роль в энергетическом балансе здания.

Каждое помещение производственного здания имеет определенное функциональное назначение, и освещение в нем должно отвечать многим требованиям, соответствующим назначению помещения, характеру возникающих у людей зрительных задач и ряду других условий.

При проектировании осветительных установок промышленных помещений нормируются как количественные, так и качественные характеристики осветительных установок. Количественным критерием освещения производственных помещений принята минимальная освещенность рабочих поверхностей. Под рабочей поверхностью понимается поверхность стола, верстака, части оборудования или изделия, на которой производится работа и нормируется или измеряется освещенность.

Для облегчения нормирования, обеспечения единообразия выбора нормируемых параметров при проектировании осветительных установок промышленных предприятий и осуществлении контроля их состояния в процессе эксплуатации служат отраслевые нормы искусственного освещения [1]. Отраслевые нормы разработаны для многих, но далеко не для большинства отраслей промышленности. При их разработке производится ознакомление с особенностями производства, характером и условиями выполнения зрительных работ и другими подробностями, влияющими на выбор наиболее целесообразных систем, способов освещения и значений нормируемых параметров [2, 3].

Цель работы. При разработке проекта системы освещения промышленных зданий с использованием какой-либо светотехнической программы основными задачами являются: максимально точное воссоздание параметров освещаемых помещений здания (размеров, коэффициентов отражения, элементов конструкций) с

размещением основного технологического оборудования для более точного учета тенеобразования на рабочих поверхностях;

оптимальный выбор элементов осветительной установки с учетом рекомендаций отраслевых норм и особенностей технологического процесса для обеспечения комфортной световой среды при соблюдении требований к энергоэффективности освещения;

корректная настройка задаваемых и рассчитываемых программой параметров для более реалистичного отображения модели проектируемой ОУ и получения результатов с требуемой точностью.

В данной статье будут сформулированы основные положения проектирования промышленных осветительных установок с применением светотехнических программ и представлены практические рекомендации по их применению при разработке энергоэффективных систем освещения на примере пылеподготовительного отделения доменной печи.

Светотехнические расчеты осветительных установок промышленных зданий. Расчет общего освещения производственных помещений является комплексной задачей, в процессе решения которой определяется число, мощность и размещение светильников, необходимых для создания требуемых осветительных условий [4, 5].

Осветительные установки всех назначений и в том числе в производственных зданиях отличаются многовариантностью возможных проектных решений, что часто вызывает необходимость выполнять расчеты для различных вариантов типов и мощностей источников света, типов и размещения светильников.

В практике проектирования общего освещения производственных зданий наиболее характерной является следующая последовательность светотехнических расчетов:

- 1) выбор типов и источников света;
- 2) наметка наиболее целесообразных высот установки светильников и размещение их по помещению;
- 3) определение числа светильников и мощности ламп, необходимых для создания нормируемых освещенностей;
- 4) проверка намеченного варианта освещения на соответствие его нормативным требованиям к качеству освещения.

Рассмотрим практическое решение отдельных задач, входящих в комплекс светотехнических расчетов.

Высота установки светильников общего освещения в производственных помещениях обуславливается следующими факторами. Укажем наиболее важные из них. Это, прежде всего высота самих помещений и наличие в верхней зоне их каких либо частей производственного оборудования. К таким устройствам относятся, например, различные подвесные контейнеры и транспортеры, краны - балки, мостовые краны, монорельсовые пути для тельферов, вентиляционные короба, трубопроводы разного назначения и пр.

Не менее важными являются характер, размещение и высота производственного оборудования и расположение рабочих зон и других мест, требующих освещения. В цехах, где предусматривается локализованное освещение, например при работе на конвейерах, светильники целесообразно приближать к рабочей зоне и устанавливать на относительно небольшой высоте (2,5 – 4 м). В помещениях с невысоким оборудованием, например металлообрабатывающие станки, ткацкие машины, рабочие столы и т.п., оптимальной является высота 3,5 – 5 м. В невысоких помещениях (до 3 м) светильники рекомендуется устанавливать, возможно, ближе к потолку. В некоторых

высоких производственных помещениях местные условия позволяют размещать светильники в большом диапазоне высот, например в бескрановых пролетах цехов разных отраслей промышленности от 3 до 8 м и более.

В зданиях предприятий многих отраслей промышленности имеются расположенные на разной высоте площадки, мостики, переходы и другие устройства, для освещения которых применяется установка светильников на стойках, прикрепляемых к ограждениям площадок и мостиков.

При выборе размещения светильников общего освещения в производственных зданиях руководствуются следующими рекомендациями, направленными на повышение качества и экономичности осветительных установок и создание необходимых удобств при их эксплуатации.

В зависимости от уровня освещенности светильники с люминесцентными лампами и светодиодами размещают сплошными рядами без разрывов (рис. 1) или с разрывами (рис. 2). В линиях с разрывами расстояние между концами светильников (рис. 2) не должно превышать половины высоты установки светильников над рабочей поверхностью.

Ряды светильников целесообразно располагать параллельно стенам с окнами или рядам колонн помещения. Относительное расстояние между светильниками, обеспечивающее при данной кривой силы света максимальную равномерность, не всегда соответствует наименьшей удельной мощности осветительной установки, т. е. наибольшей энергетической экономичности.

Расстояние до конца ряда, на котором необходимо удваивать число светильников, зависит от соотношения его длины и высоты подвеса светильников и составляет от 0,3 до 0,5 высоты подвеса светильника над освещаемой поверхностью.

При размещении светильников общего освещения необходимо регламентировать расстояние от крайнего ряда светильников до стен, зависящее от наличия рабочих поверхностей у стен помещения. При наличии их расстояние от крайнего ряда светильников до стены должно составлять 0,25 – 0,3 расстояния между светильниками. При отсутствии рабочих мест у стен это расстояние может быть увеличено до 0,4 – 0,5.

Наивыгоднейшее относительное расстояние между светильниками полностью определяет их размещение, так как высота подвеса светильников в практических условиях фактически обуславливается: высотой самих помещений и наличием в верхней зоне их частей производственного оборудования.

Большое влияние на размещение светильников оказывают размещение и высота производственного оборудования. При выборе высоты расположения светильников следует учитывать удобство их монтажа, обслуживания, а также безопасный подход к ним.

Светильники, обслуживаемые со стремянок или приставных лестниц, не должны устанавливаться на высоте более 4,5 – 5 м, не следует располагать их над громоздким оборудованием.

В высоких производственных помещениях (литейные цехи, сборка электровозов) наличие кранов, перемещающихся вдоль пролетов цеха, предопределяет размещение светильников на уровне ферменных стяжек, что однозначно определяет высоту их подвеса.

В помещениях с невысоким оборудованием (ткацкие мехи инструментальные и т. д.), высота которых обычно 3,5 – 5 м, нижний предел минимально допустимой высоты подвеса определяется требованиями ограничения ослепленности, а верхний — потолком помещения, поэтому интервал, в котором изменяется высота подвеса, имеет небольшое значение.

При размещении светильников рассеянного света необходимо обеспечить и условия, гарантирующие равномерность распределения яркости по потолку. Для большинства светильников это условие выполняется при расстоянии от потолка до светильника $0,2 - 0,25$ высоты расположения потолка над рабочей поверхностью.

Светильники местного освещения располагают в непосредственной близости от рабочей поверхности. Поэтому основное требование к размещению светильника заключается в том, чтобы он не мешал выполнению технологической операции на рабочем месте.

Рекомендуется размещать светильники местного освещения на станине станка или других деталях и узлах его, незначительно подверженных вибрации. Не следует размещать светильники на кожухах, щитках или откидных крышках станков. Перед выбором места размещения необходимо изучить рабочее место и определить желательное направление светового потока на рабочую поверхность и пределы его перемещения. При возникновении затруднений, связанных с размещением светильника, следует проверить принятые решения на макете установки светильников.

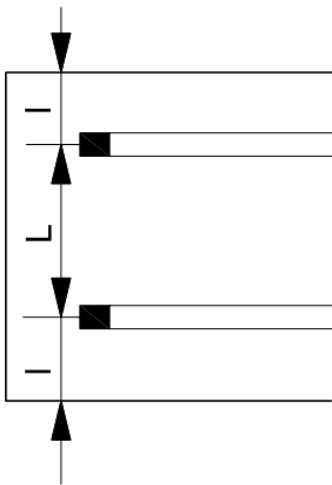


Рис. 1

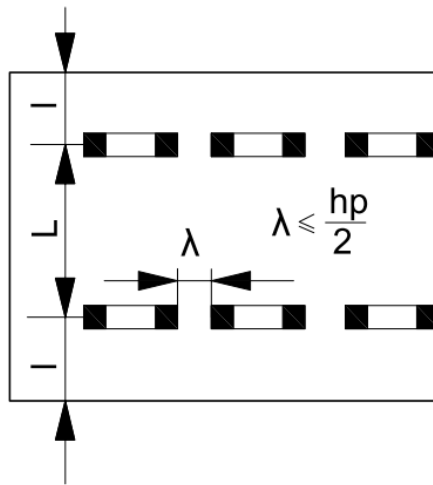


Рис. 2

В практике проектирования осветительных установок производственных зданий встречаются следующие характерные случаи расчета освещения:

1) по определенным заданным параметрам осветительной установки – нормируемой освещенности и коэффициенту запаса, типу источников света, типу, высоте установки светильников и в некоторых случаях также по их размещению – необходимо определить число светильников и мощность ламп;

2) требуется определить освещенности, создаваемые осветительной установкой при заданных коэффициент запаса, типе, мощности и числе ламп и светильников, высоте установки светильников и их размещении.

Как в том, так и в другом случае могут использоваться два метода расчета: метод коэффициента использования (включая основанный на нем метод удельной мощности) и точечный метод. Однако, расчеты проведенные этими методами будут справедливы только при условии, что помещение не загромождено высоким производственным оборудованием и другими устройствами, экранирующими часть падающего на рабочие поверхности светового потока.

С широким распространением вычислительной техники появилась возможность упростить процедуру светотехнических расчетов. Светотехнические программы позволяют производить расчет осветительных установок на основе реальных геометрических размеров и имеющегося технологического оборудования

промышленного объекта, и учетом всевозможных затенений. Рассмотрим на примере расчет осветительной установки промышленного объекта в программе DIALux.

Расчет сложного объекта в DIALux на примере пылеподготовительного отделения из комплекса «Установка вдувания пылеугольного топлива в доменные печи»

Пылеподготовительное отделение из комплекса ПУТ (Установка вдувания пыле-угольного топлива в доменные печи) представляет собой 82-х метровое здание, состоящее из 18-ти уровней. В здании находится большое количество технологического оборудования – дробилки, фильтры, конусы, конвейеры. Даже такой сложный объект возможно рассчитать средствами программы DIALux (рис.3).

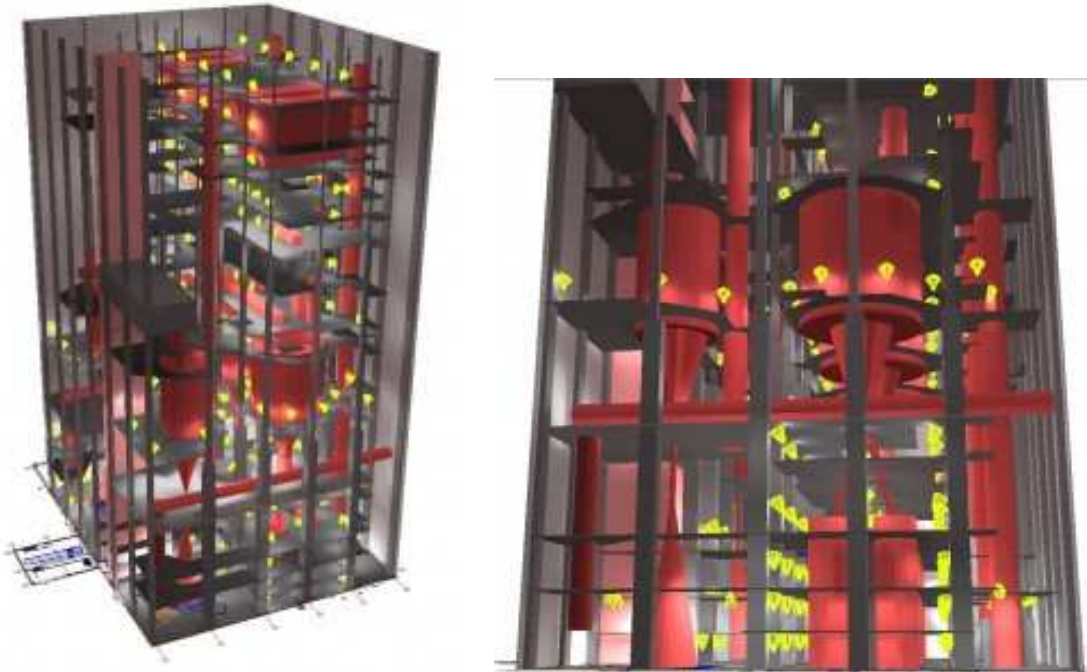


Рис. 3

Прежде всего необходим план помещения на нулевой отметке. Мы его используем как подложку для возведения стен и колонн нашего помещения. После расположения основного оборудования на первой отметке, с помощью инструмента «Экструдер» создаем контуры площадки второго уровня. Инструмент Экструдер позволяет создавать плоскости любой конфигурации. Для этого нужно нажать правой кнопкой мыши на прямой линии и выбрать добавить точку. Так расставив точки по углам площадки мы получаем необходимую форму.

Остается только задать толщину площадки и поднять ее на отметку, на которой она расположена. После создания площадок на всех уровнях переходим к основному технологическому оборудованию и трубопроводам. Для наглядности технология выполняется в красном цвете. Расставляем светильники и прожектора по площадкам. При этом учитываем, что светильники с одной площадки могут освещать другую, и учитываем затенения от технологии и колонн. Так уровень за уровнем мы создаем освещение объекта. Когда все световые приборы расставлены, производим стандартный расчет. Для корректного отображения распределения рассчитанной программой освещенности рекомендуется включить «Отображение фиктивных цветов» и отрегулировать значения нормируемой освещенности с учетом принятого при проектировании значения коэффициента запаса (рис. 4).

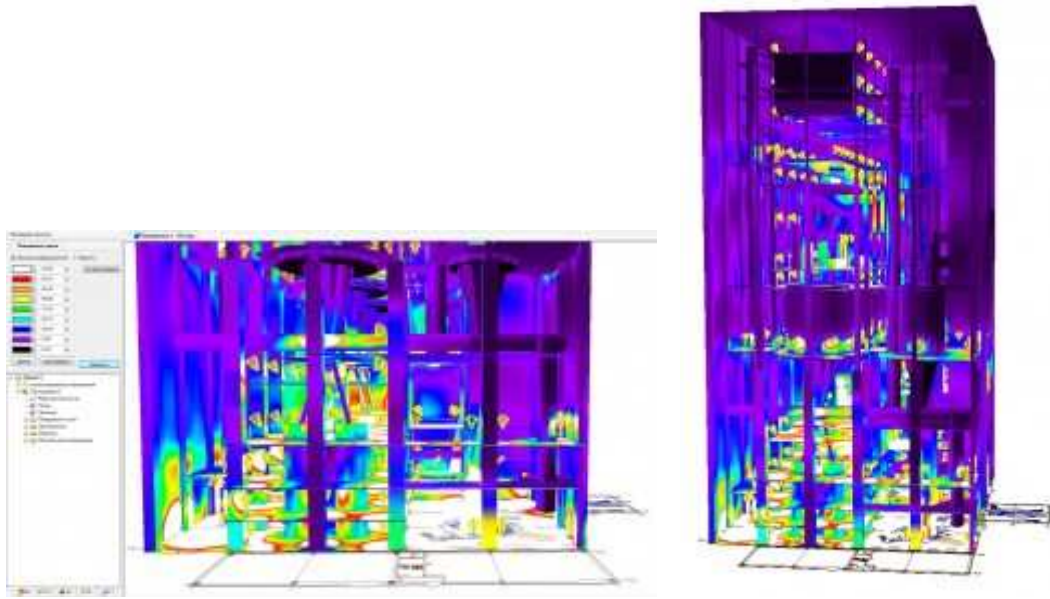


Рис. 4

После уточнения количества и мест установки светильников, наносим их на планы, показываем сети. Имея трехмерную модель объекта, гораздо легче находить трассы прохода кабельных сетей с отметки на отметку и по площадкам (рис. 5).

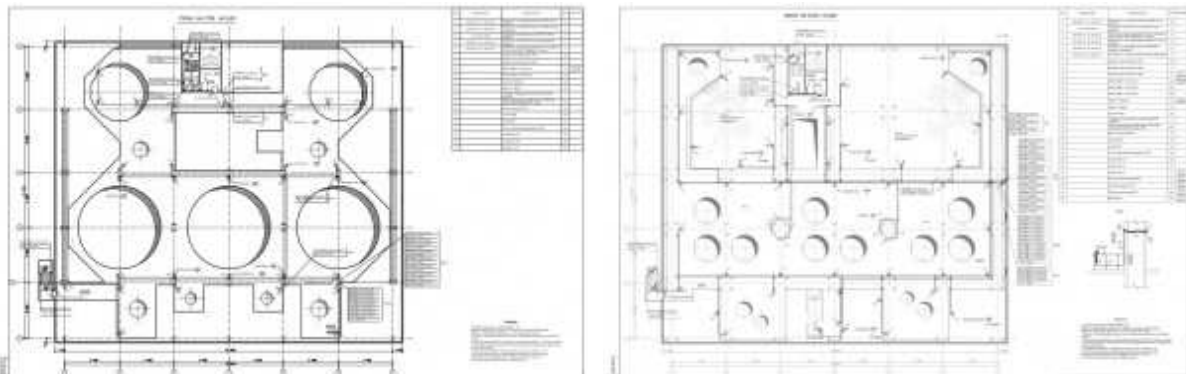


Рис. 5

Вывод. Заканчивая рассмотрение светотехнических расчетов, необходимо сделать общее замечание о том, что проектирование осветительных установок и в особенности их светотехнической части является в определенной степени творческим процессом. Оптимальные параметры осветительных установок, обеспечивающие требуемые по нормам количественные и качественные характеристики, во многих случаях выявляются не сразу, а путем последовательного к ним приближения. В процессе расчетов освещения изменяются и уточняются предварительно намеченные технические решения, при необходимости выполняются технико-экономические сравнения разных вариантов осветительных систем.

Литература

1. Природне і штучне освітлення : ДБН В.2.5 – 28 – 2006 : Держбуд України : затв. 15.05.06 : чинний з 1.10.2006. – К. : Держ. комітет України з будівництва та архітектури, 2006. – 76 с.
2. Справочная книга по светотехнике / под ред. Ю. Б. Айзенберга. 3-е изд. перераб. и доп. – М. : Знак, 2006. – 972 с.

3. Кондратенков А.Н., Соловьёв А.К., Хамидов К.А. Оценка световой среды производственных помещений по пространственным характеристикам светового поля. // Светотехника, 1987. – №4.

4. Соловьёв А.К. Эффективность применения автоматически регулируемого совмещенного освещения в производственных зданиях с равномерным верхним естественным освещением.// Светотехника, 2000. – №5.

5. Пахомов А.П., Соловьёв А.К., Чикота С.И. Проблемы освещения в цехах горячей прокатки.//Техническая эстетика, 1986. – №8.

ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ОСВІТЛЕННЯ ВИРОБНИЧИХ БУДІВЕЛЬ

Ю. О. Васильєва, О. М. Ляшенко, А. Л. Васильєв

У статті сформульовані основні положення і надані практичні рекомендації для проектування енергоефективних систем штучного освітлення промислових будівель в сучасних світлотехнічних програмах з урахуванням їх особливостей.

PLANNING OF ILLUMINATION SYSTEMS FOR PRODUCTION BUILDINGS

U. O. Vasilyeva, O. M. Lyashenko, A. L. Vasilyev

In the article substantive provisions are formulated and practical recommendations on projecting of the energy saving systems of lighting for industrial buildings in the modern software lightning technology taking into account their features are represented.