

Абдиев К.И., Абдурасулов А.И.

ОСВЕЩЕННОСТЬ РАБОЧЕГО МЕСТА ИНЖЕНЕРА

K.I. Abdiev, A.I. Abdurasulov

WORKPLACE LIGHTING ENGINEER

УДК: 551.311.21(043)

Экспериментально определена освещенность рабочего места инженера.

Results of experimental inform light work class engineer.

Первичным источником естественного освещения является солнце, излучающее мощный поток лучистой энергии, часть которого, пройдя через атмосферу, достигает земной поверхности. При этом часть лучистой энергии вследствие многократного отражения рассеивается и создает небесное излучение, обуславливающее диффузный (рассеянный) свет небосвода.

Естественное освещение поверхности на открытом месте создается прямым солнечным светом и диффузным светом небосвода. Соотношение между освещенностями прямым и диффузным светом зависит от высоты стояния солнца и облачности неба. При сплошной облачности освещенность помещений создается только диффузным светом небосвода.

Прямое солнечное освещение вследствие его непостоянства в расчетах естественного освещения обычно не учитывается.

Наружная освещенность, создаваемая диффузным светом небосвода на открытом пространстве, для разных местностей различна и колеблется в широких пределах в зависимости от времени года, времени дня, облачности и других факторов. В пределах СССР в ясный день полуденная освещенность колеблется от 4000 (в декабре) до 38 000 лк (в июне).

Для создания естественной освещенности в зданиях используют световые проемы в стенах (окна) и световые проемы (фонари) на крыше.

Естественная освещенность внутри зданий обычно значительно меньше наружной.

Естественное освещение помещений может быть:

боковое – через световые проемы в наружных стенах;

верхнее – через световые проемы в покрытии и фонари, а также через световые проемы в местах перепадов высот смежных зданий;

комбинированное – верхнее освещение при наличии бокового.

Естественное освещение нормируется СНиП II-A.8-72. (Строительные нормы и правила. Часть II, раздел А, глава 8. Естественное освещение. Нормы проектирования).

Основным показателем нормирования служит коэффициент естественной освещенности (к. е. о.) - отношение естественной освещенности, создаваемой

в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения светом неба непосредственно или после отражений (E_s , к одновременно значению наружной горизонтальной освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода (E_n))

$$e = \frac{E_n}{E_s} 100 \text{ где } e - \text{к. е. о., \%}$$

Значение к. е. о. определяют для условной рабочей поверхности в точках характерного разреза помещения. Расчетные точки (не менее 5) следует выбирать на равных расстояниях одна от другой, располагая первую и последнюю на расстоянии 1 м от стен.

Условная рабочая поверхность - это условно принятая горизонтальная поверхность на высоте 0,8 м от пола.

Характерный разрез помещения - поперечный разрез посередине помещения, плоскость которого перпендикулярна плоскости остекления световых проемов (при боковом освещении) или продольной оси пролетов помещения (при верхнем освещении). В него должны попадать участки, наиболее загруженные оборудованием, а также точки рабочей зоны, наиболее удаленные от световых проемов.

Нормированное значение к. е. о. зависит от ряда зрительной работы, определяемого степенью точности последней и наименьшим объектом различения (табл. 4.1).

Неравномерность естественного освещения (соотношение наибольшего и наименьшего к.е. о., определенных по кривой распределения к. е. о. в пределах характерного разреза помещения) в производственных помещениях с верхним освещением не должна превышать 2:1 для работ I и II разрядов и 3 : 1 для работ III и IV разрядов.

Нормированное значение коэффициента естественной освещенности (e_n) (в процентах) с учетом характера зрительной работы, светового климата и района расположения здания (на территории СССР) определяется по формуле:

$$e_n = e_m C,$$

где e – значение к. е. о. (по табл. 4.1);

m – коэффициент светового климата (без учета прямого солнечного света), определяемый в зависимости от района расположения здания;

C – коэффициент солнечности климата (с учетом прямого солнечного света).

Нормированное значение e_n следует считать минимально допустимым.

Значение коэффициента е для производственных помещений

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Значение е (в %) при естественном освещении	
			верхнем и комбинированном	боковом
Выполняемая работа: наивысшей точности очень высокой точности высокой точности средней точности малой точности грубая Работа с самосветящимися материалами и изделиями в горячих цехах. Общее наблюдение за ходом производственного процесса: постоянное периодическое за состоянием оборудования	Менее 0,15	I	10	3,5
	От 0,15 до 0,3	II	7	2,5
	От 0,3 до 0,5	III	5	2
	0,5 » 1	IV	4	1,5
	» 1 » 5	V	3	1
	Более 5	VI	2	0,5
	-	VII	3	1
Работа на механизированных и немеханизированных складах	-	VIII	1	0,3
	-	VIII	0,7	0,2
-	-	IX	0,5	0,1

Световой климат той или иной местности - комплекс показателей ресурсов природной световой энергии и, в частности, наружного естественного освещения (освещенность и количество освещения на горизонтальной и различно ориентированных по сторонам горизонта вертикальных поверхностях, создаваемые рассеянным светом неба и прямым светом солнца; абсолютные значения яркости и относительное распределение яркости по небу при сплошной облачности и при отсутствии облаков; продолжительность солнечного сияния; прозрачность атмосферы и альbedo¹ подстилающей поверхности), полученных в результате статистической обработки данных многолетних натурных измерений характеристик наружного освещения.

Световой климат разделен на V поясов (I - самый северный, V - самый южный).

Значения коэффициента светового климата:

Пояс	I	II	III	IV	VI
m	1,2	1,1	1	0,9	0,8

Солнечность климата - характеристика, учитывающая дополнительный световой поток, проникающий через светопроемы в помещение в течение года благодаря прямому солнечному свету, и зависящая от вероятности солнечного сияния, географической альbedo - характеристика отражательных свойств поверхности (отношение отраженного света к падающему) широты местности, ориентации световых проемов по сторонам горизонта и их архитектурно-конструктивного решения.

Коэффициент солнечности (С) колеблется в пределах от 0,65 до 1; он зависит от пояса светового климата и, кроме того, при боковом освещении - от ориентации световых проемов по сторонам горизонта, а при верхнем освещении - от вида фонаря.

В ряде районов в производственных помещениях с постоянным пребыванием людей при выполнении работ I-IV разрядов применяются солнцезащитные устройства (регулируемые и стационарные жалюзи, экраны, козырьки и др.).

Размеры световых проемов определяют в соответствии с нормированными значениями е, с точностью до 10% площади проема.

Упрощенный метод расчета площади световых проемов состоит I в определении отношения площади световых проемов (S_0 или S_{Φ}) к площади пола помещения (S_n), в %, при котором обеспечивается нормированное значение ен.

При боковом освещении помещений расчет производят по формуле:

где τ_0 - общий коэффициент светопропускания светового проема: (учитывающий светопропускание материала τ_1 , потери света в переплетах светопроема τ_2 , в слое загрязнения остекления τ_3 , в несущих конструкциях τ_4 , в солнцезащитных устройствах τ_5): $\tau_0 = \tau_1 \tau_2 \tau_3 \tau_4 \tau_5$,

τ_1 - коэффициент, учитывающий повышение к. е. о. при боковом освещении благодаря свету, отраженному от поверхности помещения и подстилающего слоя, прилегающего к зданию (этот коэффициент зависит от отношения глубины помещения к высоте от уровня условной рабочей поверхности до верха окон; отношения расстояния расчетной точки от наружной стены к глубине помещения; отношения длины помещения к его глубине; средневзвешенного коэффициента отражения потолка, стен и пола); значение о колеблется от 1 до 10 при одностороннем освещении и от 1,0 до 6,3 при двустороннем освещении;

τ_2 - коэффициент, учитывающий повышение к. е. о. при боковом освещении благодаря свету, отраженному от поверхности помещения и подстилающего слоя, прилегающего к зданию (этот коэффициент зависит от отношения глубины помещения к высоте от уровня условной рабочей поверхности до верха окон; отношения расстояния расчетной точки от наружной стены к глубине помещения; отношения длины помещения к его глубине; средневзвешенного коэффициента отражения потолка, стен и пола); значение о колеблется от 1 до 10 при одностороннем освещении и от 1,0 до 6,3 при двустороннем освещении;

τ_3 - световая характеристика окна (зависит от отношения длины помещения к его глубине и от отношения глубины помещения к его высоте от уровня условной рабочей поверхности до верха окна); значение г) 0 колеблется в пределах от 6,5 до 66,0;

$K_{эд}$ - коэффициент, учитывающий затемнение окон противостоящими зданиями (зависит от отношения расстояния между рассматриваемым и проти-

востоящим зданием к высоте расположения карниза противостоящего здания над подоконником рассматриваемого окна); значение $K_{эд}$ колеблется в пределах от 1,0 до 1,7. При верхнем освещении помещений расчет производится по формуле:

$$100 = \frac{S_{\delta}}{S_n} = \frac{e_n h_0}{t_0 t^2}$$

где t_2 - коэффициент, учитывающий повышение к: е. о. при верхнем освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения (зависит от отношения высоты от условной работы поверхности до нижней грани остекления к ширине пролета; средневзвешенного коэффициента отражения потолка, стен и пола; числа пролетов); значение η_{ϕ} колеблется в пределах от 1,05 до 1,7;

η_{ϕ} - световая характеристика фонаря или светового проема в плоскости покрытия (зависит от типа или схемы фонаря; числа пролетов; отношения длины помещения к ширине пролета; отношения высоты помещения к ширине пролета; для световых проемов в плоскости покрытия дополнительно учитывается отношение суммы площади входного и выходного отверстия к площади боковой поверхности проема); значение η_{ϕ} колеблется в пределах: для фонарей - от 2,0 до 9,1; для световых проемов - от 1,44 до 3,8.

Все необходимые для расчетов коэффициенты приведены в СНиП II-A.8-72.

Большое внимание уделяется качеству освещения - изучаются вопросы неравномерного распределения яркости в поле зрения, слепящего действия искусственного и естественного освещения, отраженной блескости, динамичности освещения во времени.

В лабораторных условиях воспроизводилась одна из производственных операций - наклейка микроэлементов. Эта операция относится к категории точных зрительных работ; по действующим нормам для таких работ величина освещенности на рабочих местах при общем люминесцентном освещении должна составлять 500 лк. Режим опыта заключался в следующем: рабочий день продолжался 7 часов, из которых 6 часов испытуемые выполняли заданную работу; после третьего часа давался 30-минутный отдых; еще 30 минут уходило на физиологические исследования, которые проводилось до начала

работы, после каждого часа работы, после перерыва и в конце рабочего дня. Таким образом, в течение рабочего дня производились 8 определений состояний каждой из исследовавшихся функций. Опыты ставились на 4 испытуемых с нормальным зрением в возрасте 18-20 лет.

Осветительная установка была выполнена светильниками преимущественно рассеянного света с тремя люминесцентными лампами типа ЛД мощностью по 40 Вт; глубина колебаний светового потока составляла около 50%.

В связи с поставленной задачей исследовалась динамика изменений зрительных функций, функционального состояния центральной нервной системы и производительности труда на протяжении рабочего дня при выполнении работы в условиях постоянной величины освещенности рабочих мест и при изменении интенсивности освещения в помещении.

Наблюдения проводились при постоянном уровне освещенности, равной 300, 500 и 700 лк, а также при изменении интенсивности освещения в помещении.

Для характеристики утомления на протяжении рабочего дня исследовали: устойчивость ясного видения, скорость различения детали, функциональное состояние центральной нервной системы (по данным оптической хронаксиметрии и длительности латентного периода условной двигательной реакции) и производительность труда. Физиологические наблюдения за состоянием указанных показателей производились непосредственно на рабочем месте в течение месяца при каждом варианте освещения. Выводы сделаны на основании статистически достоверного материала.

Таблица 2

Характеристики освещенности

Место замера	Время замера	Вид освещенности		
		Искусственное	Естественное	Совмещенное
Стол	12 ³⁰	142 152	430 450	650 720
Стол	12 ⁵¹	170 173	300 250	510 460
Стол	13 ⁰⁰	175 160	220 240	360 405

Заключение: представлены результаты измерения освещенности (искусственной, естественной, совмещенной) кабинета при наклейке микролент.

Рецензент: к.т.н. Бейшекеев К.К.