

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСВЕЩЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Лужков А. А.,

научный руководитель канд. техн. наук Герасимов А. И.

Сибирский федеральный университет

В светотехнической части проекта производят выбор освещенности и показателей качества освещения, систем, видов и способов освещения, типов источников света и осветительных приборов, выполняют светотехнические расчеты, в результате которых определяют тип, мощность и расположение осветительных приборов. Расчеты электрического освещения должны удовлетворять требованиям СНиП П-4-79, отраслевым нормам искусственного освещения, ПУЭ и другим нормативным документам.

Для освещения производственных помещений применяются светильники с лампами накаливания, дуговыми ртутными люминесцентными лампами (ДРЛ), металлогалогенными лампами (ДРИ), светодиодными лампами. Для расчета общего равномерного освещения такими лампами при горизонтальной рабочей поверхности основным является метод коэффициента использования светового потока [1]

Расчет по методу коэффициента использования выполняется в следующем порядке [2]:

1. Определяется требуемая нормами освещенность E , лк. Выбор нормируемой освещенности осуществляется в зависимости от размера объекта различения, контраста объекта с фоном и коэффициента отражения фона ρ (рабочей поверхности). Фон считается *светлым* при $\rho > 0,4$ (побеленные потолки ρ_p , стены ρ_c , чистый бетонный и светлый деревянный потолок, оборудование окрашено белой краской ρ_p); *средним* при $\rho = 0,2-0,4$ (бетонный потолок в грязных помещениях, деревянный потолок, бетонные стены с окнами; стены, оклеенные светлыми обоями); *темным* при $\rho < 0,2$ (стены и потолки в помещениях с большим количеством темной пыли, сплошное остекление без штор, красный кирпич неоштукатуренный, стены с темными обоями). Контраст объекта различения с фоном считается *большим*, когда объект и фон резко отличаются по яркости; *средним* – объект и фон заметно отличаются по яркости; *малым* – объект и фон мало отличаются по яркости.

2. Устанавливается тип светильников и их предварительное число n при наивыгоднейшем расположении.

3. Составляется план расположения светильников: полное число светильников n ; число рядов светильников N_p ; число светильников в ряду N_a ; расстояние между светильниками в ряду L_a ; расстояние между рядами светильников L_b , расстояние от крайнего светильника в ряду до стены a , м; расстояние от крайнего ряда до стены b , м. Вычисляются расстояния до стен:

$$a = [A - L_a(N_a - 1)]/2,$$

$$b = [B - L_b(N_p - 1)]/2,$$

где A – ширина помещения, м; B – длина помещения, м.

В случае применения газоразрядных ламп должны выполняться соотношения: $a = (0,25-0,3)L_a$; $b = (0,25-0,3)L_b$ – когда работы производятся непосредственно у стены; $a = (0,4-0,5)L_a$; $b = (0,4-0,5)L_b$ – когда у стены работы не производятся. Желательно достичь равенства соотношений a/L_a и b/L_b .

Относительное расстояние между светильниками с лампами накаливания принимается в соответствии с соотношениями

$$L/h = 1,2-1,7,$$

где L – наибольшее значение из величин L_a и L_b ; h – высота светильников над освещаемой поверхностью, м.

При любых светильниках необходимо выполнение условия $L_a/L_b \leq 1,5$.

4. Определяется тип кривой силы света по отношению расстояния между светильниками L_a или между рядами светильников L_b к высоте подвеса над рабочей поверхностью ($\lambda = L / h$). Рекомендуются тип кривой силы света определять по уточненным отношениям λ : Д1 – 1,3; Д2 – 0,96; Г1 – 0,91; Г2 – 0,77; Г3 – 0,66; Г4 – 0,57; К1 – 0,49; К2 – 0,42. Желательно получить точные значения λ путем изменения числа светильников, числа рядов светильников и расстояний между светильниками.

5. Определяется индекс помещения:

$$i = \frac{S}{h(A+B)},$$

где S – площадь помещения, м²; h – расчетная высота (расстояние от светильника до рабочей поверхности), м; A, B – длина и ширина помещения, м.

6. Определяется коэффициент использования светового потока ламп $K_{и}$ [2].

7. Рассчитывается необходимый световой поток лампы $F_{л}$, лм, по формуле

$$F_{л} = \frac{EK_3Sz}{nK_{и}},$$

где E – нормируемая освещенность, лк; K_3 – коэффициент запаса (см. табл. П2.4); S – освещаемая площадь, м²; z – коэффициент неравномерности освещенности, значения которого для ламп накаливания и ДРЛ равны 1,15, а для люминесцентных ламп – 1,1; n – число ламп во всех светильниках.

По найденному потоку $F_{л}$ выбирается стандартная лампа, поток которой не должен отличаться от расчетного больше, чем от минус 10 до плюс 20 %. При невозможности выбора с таким приближением корректируется количество ламп n .

В табл. 1 приведен пример светотехнического расчёта помещения светильниками с лампами накаливания, дуговыми ртутными лампами ДРЛ, металлогалогенными лампами ДРИ и светодиодными лампами.

Таблица 1

Сравнительный светотехнический расчет

Расчётные характеристики и формулы	НСП 17-1000-005	РСП 05-400-002	ГСП-17-250-214	Ритм СПС-190
Произв. работа у стены или нет	не раб.у стен	не раб.у стен	не раб.у стен	не раб.у стен
Источники света	лампа накал.	газоразр.лам	Металлогал.	светодиод.л.
Запыленность, копоть	1-5 мг/м.куб	1-5 мг/м.куб	1-5 мг/м.куб	1-5 мг/м.куб
Коэф.отражения ρ_0	0,3;0,1;0,1	0,3;0,1;0,1	0,3;0,1;0,1	0,3;0,1;0,1
Длина A , м	48	48	48	48
Ширина B , м	24	24	24	24
Площадь, S м.кв	1152	1152	1152	1152
Высота ($h-0,8$), м	8	8	8	8
Норм. освещенность E , лк	200	200	200	200
Число ламп во всех свет.	28	32	32	32
Число рядов N_p	4	4	4	4
Расстояние между рядами L_b , м	6,2	6,2	6,2	6,2
$b=[B-L_b(N_p-1)]/2$	2,7	2,7	2,7	2,7

Расчётные характеристики и формулы	НСП 17-1000-005	РСП 05-400-002	ГСП-17-250-214	Ритм СПС-190
b/L_b	0,44	0,44	0,44	0,44
Расстояние в ряду L_a	7	6,1	6,1	6,1
Число светильников в ряду N_a	7	8	8	8
$a=[A-(N_a-1)L_a]/2$	3	2,65	2,65	2,65
a/L_a	0,43	0,43	0,43	0,43
L_a/L_b	1,13	0,98	0,98	0,98
Показатель помещения i	2,00	2,00	2,00	2,00
Лямда L_a/h	0,88	0,76	0,76	0,76
Тип КСС	Г1	Г3	Г3	К2
Коэф. капаса K_3	1,5	1,8	1,8	1,8
Коэф. неравномерности z	1,15	1,15	1,15	1,15
Коэф. использ. свет. потока $K_{и}$	0,73	0,80	0,80	0,89
Расчетный поток лампы л, лм	19444	18630	18630	16746
Принята лампа $F_{л.}$	18600	19000	19000	18000
Расчётные характеристики и формулы	НСП 17-1000-005	РСП 05-400-002	ГСП-17-250-214	Ритм СПС-190
Тип лампы	Г220-230-1000	ДРЛ400	ДРИ-250	Свето-диоды
Тип светильника	НСП-17-1000-005	РСП-05-400-002	ГСП-17-250=214	Ритм СПС-190
Мощность лампы, $P_{л.}$, Вт	1000	400	250	245
Сумарная мощность ламп, кВт	28	12,8	8	7,84
Удельная мощность, Вт/м.кв.	24,3	11,1	6,9	6,8

Из приведенного расчёта видно, что по сравнению освещения светильниками с лампами накаливания, применение светильников с лампами ДРЛ более чем в 2 раза, а применение светильников с металлогалогенными лампами ДРИ или светильников со светодиодными лампами более, чем в 3 раза уменьшает расход электроэнергии на освещение. Применение светильников с металлогалогенными или светодиодными лампами позволит сократить затраты на электроэнергию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочная книга для проектирования электрического освещения /под ред. Г. М. Кнорринга – Л.: Энергия, 1992. – 448 с.
2. А. И. Герасимов, С. В. Кузьмин Проектирование электроснабжения промышленных предприятий/ учеб. пособ. – 3-е изд., перераб. и доп. – Красноярск: Гос. ун-т цвет. металлов и золота, 2006. – 264 с.