

Практическая работа №8 «Расчет освещения методом коэффициента использования светового потока»

Цель: научиться рассчитывать осветительные установки методом коэффициента использования светового потока.

Основные теоретические сведения

Метод коэффициента использования светового потока предназначен для расчета общего равномерного освещения только горизонтальных поверхностей при отсутствии крупных затемняющих предметов с учетом коэффициентов отражения. Метод непригоден для расчета местного освещения, локализованного освещения либо освещения горизонтальных поверхностей. Прежде чем производить светотехнический расчет, необходимо рассчитать расположение светильников в освещаемом помещении.

Расчетную высоту подвеса светильников определяют по формуле:

$$H_p = H - h_{св} - h_p,$$

где H – высота помещения, м; $h_{св}$ – расстояние от точки крепления до центра лампы в светильнике, м; h_p – высота рабочей поверхности над полом, м.

При этом H и h_p являются заданными размерами, а $h_{св}$ принимают в пределах от 0 (при встроенном в потолок светильнике) до 1,5 м.

Размещение светильников производят с учетом типа кривой силы света (КСС). Для каждого типа КСС существует оптимальное значение отношения расстояния между светильниками к расчетной высоте L/H_p применяя которое можно добиться наиболее равномерного распределения светового потока в помещении (табл. 1).

Таблица 1 – Относительное расстояние между светильниками

Тип КСС	Значение L/H_p	
	рекомендуемое	принимаемое
К	0,4–0,7	0,6
Г	0,8–1,1	1,0
Д	1,2–1,6	1,5
М	1,8–2,6	2,2
Л	1,4–2,0	1,7

Примечание. Типовые КСС: К – концентрированная, Г – глубокая, Д – косинусная, М – равномерная, Л – полуширокая.

При общем равномерном освещении отношение расстояния между соседними светильниками или рядами светильников L к высоте их установки над освещаемой поверхностью H_p рекомендуется выбирать в зависимости от типа КСС светильников.

Расстояние от крайних рядов светильников до стен, как правило, принимают равным половине расстояния между рядами. Однако данное значение может изменяться в пределах 0,3–0,5 от L , в зависимости от наличия вблизи стен рабочих мест. Так, если рабочие места расположены у стен, то следует сократить расстояние от стены до первого ряда светильников.

Число рядов светильников R определяют по формуле:

$$R = \frac{B - 2l}{L} + 1,$$

где B – ширина помещения, м; l – расстояние от крайних светильников до стен, м.

Число светильников в ряду N_R находят из выражения:

$$N_R = \frac{A - 2l}{L} + 1,$$

где A – длина помещения, м.

Найденные значения R, N_R округляют до ближайшего целого числа в большую сторону.

Действительные расстояния между рядами светильников и светильниками в ряду находят соответственно по формулам:

$$L_B = \frac{B - 2l}{R - 1},$$

$$L_A = \frac{A - 2l}{N_R - 1}.$$

При выполнении практической работы следует принять расстояние от стен до крайних рядов светильников равным $0,5L$.

При этом число рядов светильников:

$$R = \frac{B}{L}$$

округлением в большую сторону до целого числа.

Число светильников в ряду N_R находят из выражения:

$$N_R = \frac{A}{L}$$

с округлением в большую сторону до целого числа.

Действительные расстояния между рядами светильников и лампами в ряду находят по формулам:

$$L_B = \frac{B}{R},$$

$$L_A = \frac{A}{N_R}.$$

Общее число светильников определяют по формуле:

$$N_{св} = R \cdot N_R.$$

В тех случаях, когда светильники с люминесцентными лампами располагаются вплотную друг к другу и образуют светящую линию, т. е. разрывы между светильниками не превышают половины расчетной высоты ($0,5H_p$), то в первую очередь необходимо рассчитать световой поток ряда люминесцентных светильников Φ_{Rp} , а затем число светильников в одном ряду:

$$N_R = \frac{\Phi_{Rp}}{n_{св} \cdot \Phi_{л}},$$

где $n_{св}$ – число ламп в одном светильнике; $\Phi_{л}$ – световой поток одной лампы, лм.

При этом расчете расстояние между соседними светильниками в ряду определяют следующим образом:

$$L_A = \frac{A - N_R \cdot l_{св}}{N_R},$$

где $l_{св}$ – длина светильника, м.

Результат не должен быть отрицательным, так как отрицательное число свидетельствует о том, что выбранное количество светильников в ряду не помещается в проектируемом помещении. В этом случае следует применить лампу (лампы) с бóльшим

световым потоком.

После расчетов окончательное уточнение расположения светильников производят на вычерченном в масштабе плане помещения (см. рисунок).

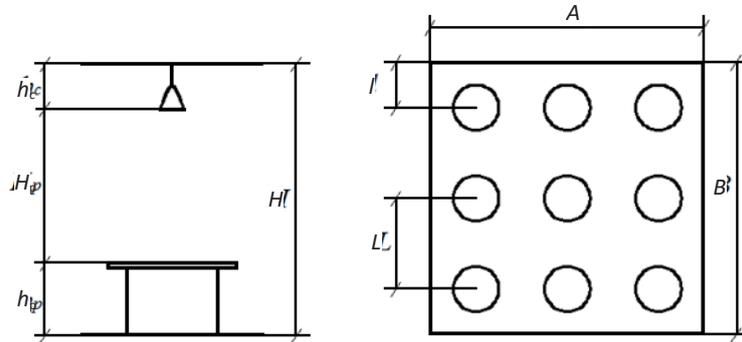


Рисунок 1 – Размещение светильников

Основная формула расчета светового потока методом коэффициента использования светового потока имеет следующий вид:

$$\Phi_p = \frac{E_H \cdot K_3 \cdot F \cdot z}{N_{св} \cdot \eta_{о.у.}}$$

где E_H – нормируемое значение освещенности, лк; K_3 – коэффициент запаса (принимается 1,4); F – освещаемая площадь, m^2 ; z – коэффициент неравномерности освещенности ($z = 1-1,15$); $N_{св}$ – общее число светильников в помещении, шт.; $\eta_{о.у.}$ – коэффициент использования светового потока осветительной установки, доли единиц.

Под коэффициентом использования светового потока понимают отношение светового потока, падающего на расчетную поверхность, к световому потоку источника света. Его значение состоит из двух показателей: КПД светильника $\eta_{св}$ и КПД помещения $\eta_{п}$. В практике светотехнических расчетов значение коэффициентов использования находят из таблиц (приложение 1) в зависимости от коэффициентов отражения поверхностей помещения: потолка ($\rho_{п}$), стен ($\rho_{с}$), расчетной поверхности ($\rho_{р}$), от индекса помещения и типа КСС. Данные таблицы составлены для ламп со световым потоком 1000 лм и светильников с КПД, равным 100 %, поэтому фактически в них представлены значения $\eta_{п}$. Таким образом, конечное значение коэффициента использования светового потока рассчитывают по формуле:

$$\eta_{о.у.} = \eta_{св} \cdot \eta_{п}. \quad (1)$$

Индекс помещения находят по формуле:

$$i_{п} = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A + B)}. \quad (2)$$

По расчетному потоку Φ_p подбирают ближайшую стандартную лампу, световой поток $\Phi_{л}$ которой находится в пределах

$$0,9\Phi_p < \Phi_{л} < 1,2\Phi_p.$$

При расчете освещения, выполненного светящими линиями, первоначально намечают число рядов R и рассчитывают световой поток ламп одного ряда Φ_{Rp} :

$$\Phi_{Rp} = \frac{E_H \cdot K_3 \cdot F \cdot z}{R \cdot \eta_{о.у.}}. \quad (3)$$

Тип светильника подбирают в зависимости от внешних воздействующих факторов, высоты установки и требуемой освещенности. Для малой освещенности (20–30 лк) допускается применение светильников с лампами накаливания. Для освещенности 75 лк и выше следует применять светильники с люминесцентными лампами. При этом при высоте установки до 4,5–5 м следует применять светильники с люминесцентными лампами низкого давления, при высоте установки 6 м и более – светильники с газоразрядными лампами высокого давления. Допускается применение светильников с газоразрядными лампами высокого давления с улучшенными показателями на высоте 4,5–6 м.

Порядок выполнения работы

1. Изучить теоретические сведения о расчете расположения светильников в помещении и освещенности методом коэффициента использования светового потока.

Индивидуальное задание определяют в соответствии с таблицей 2.

2. Рассчитать необходимое количество светильников (рядов), определить расположение светильников (рядов) в помещении, используя методические указания.

3. Определить индекс помещения, используя формулу (2).

4. Определить коэффициент использования светового потока по формуле (1).

5. Определить расчетное значение потока лампы.

6. Выбрать лампу со световым потоком, близким к расчетному, в соответствии с выражением (3), пользуясь таблицами приложения 2.

7. Выбрать светильник, используя таблицы каталога светильников в соответствии с выбранной лампой.

8. Начертить в масштабе план помещения (по варианту) и расставить светильники (ряды светящих линий). Проверить, помещаются ли светильники по длине помещения. Строительную часть (стены помещения) показать условно сплошной линией. Дверной проем (проемы) показать в любом месте (по желанию).

Таблица 2 – Варианты заданий

Вариант	Габариты помещения, м			Высота расчета от поверхности пола, м	Высота свеса светильника, м	Тип КСС	Коэффициент отражения			Нормируемая освещенность E_n
	A	B	H				ρ_n	ρ_c	ρ_p	
1	24	12	6	0	0,1	К-1	0,7	0,5	0,3	200
2	36	12	6,2	0	0,25	Д-1	0,7	0,5	0,1	300
3	24	18	7	0	0,2	К-1	0,7	0,3	0,1	450
4	18	12	7,2	0,8	0,3	К-1	0,5	0,5	0,3	200
5	24	12	6,8	0,8	0,95	Г-4	0,7	0,5	0,3	300
6	30	12	7,8	0,8	0,9	Г-1	0,7	0,5	0,1	300
7	36	18	8	0	1,2	Г-2	0,7	0,3	0,1	300
8	18	12	8	0	1,2	К-1	0,5	0,5	0,3	450
9	42	18	9	0	1,5	Г-2	0,7	0,5	0,3	450
10	48	12	8,5	0,8	1,2	Г-3	0,7	0,5	0,1	200
11	54	12	7,8	0,8	0,92	Г-1	0,7	0,3	0,1	200

12	24	18	7,8	0,8	0,94	К-1	0,5	0,5	0,3	200
13	36	18	8,5	0	1,0	К-1	0,7	0,5	0,3	200
14	42	18	9	0	1,2	Г-4	0,7	0,5	0,1	300
15	48	18	10	0	1,5	К-1	0,7	0,3	0,1	450

Приложение 1

Коэффициент использования светового потока ($\eta_{0,y}$) светильников с типовыми КСС, %

Тип КСС	Индекс помещения (i_p)												
	0,6	0,8	1,25	2	3	5	0,6	0,8	1,25	2	3	5	
	$\rho_n = 0,7; \rho_c = 0,5; \rho_p = 0,3$						$\rho_n = 0,7; \rho_c = 0,5; \rho_p = 0,1$						
М	35	50	61	73	83	95	34	47	56	66	75	86	
Д-1	36	50	58	72	81	90	36	47	56	63	73	79	
Д-2	44	52	68	84	93	103	42	51	64	75	84	92	
Г-1	49	60	75	90	101	106	48	57	71	82	89	94	
Г-2	58	68	82	96	102	109	55	64	78	86	92	96	
Г-3	64	74	85	95	100	105	62	70	79	80	90	93	
Г-4	70	77	84	90	94	99	65	71	78	83	86	87	
К-1	74	83	90	96	100	106	69	76	83	88	91	92	
К-2	75	84	95	104	108	115	71	78	87	95	97	100	
К-3	76	85	96	106	110	116	73	80	90	94	99	102	
Л	32	49	59	71	83	91	31	46	55	65	74	83	
	$\rho_n = 0,7; \rho_c = 0,3; \rho_p = 0,1$						$\rho_n = 0,5; \rho_c = 0,5; \rho_p = 0,3$						
М	26	36	46	56	67	80	32	45	55	67	74	84	
Д-1	28	40	49	59	68	74	36	48	57	66	76	85	
Д-2	33	43	56	74	80	76	42	51	65	71	90	85	
Г-1	42	52	69	78	73	76	45	56	65	78	76	84	
Г-2	48	60	73	84	90	94	55	66	80	92	96	103	
Г-3	57	66	76	84	84	91	63	72	83	91	96	100	
Г-4	62	69	76	81	84	85	68	73	81	87	91	94	
К-1	65	73	81	86	89	90	70	78	86	92	96	100	
К-2	67	75	84	93	97	100	72	80	91	99	103	108	
К-3	68	77	86	95	98	101	74	83	93	101	106	107	
Л	24	40	50	62	71	77	32	47	57	69	79	90	