

## 6 СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

При проектировании осветительных установок целью расчета является определение числа и мощности ламп светильников, необходимых для обеспечения заданной освещенности.

В результате светотехнического расчета освещения определяется значение светового потока принятого источника света, на основании которого по справочной литературе выбирается стандартная лампа определенной мощности и светового потока, значение которого не должно отличаться более чем на -10...+20%. Если такой источник подобрать не удастся, то принимается лампа со значением светового потока ближайшим, а далее корректируется число светильников в помещении и осуществляется повторный расчет освещения. Для расчета освещения применяются два основных метода: коэффициента использования светового потока и точечный метод.

Метод коэффициента использования светового потока предназначен для расчета общего равномерного освещения при отсутствии крупных затеняющих предметов.

Точечный метод предназначен для расчета освещения произвольно расположенных поверхностей при любом распределении освещенности. Применяется при расчете общего равномерного освещения, местного, общего локализованного, аварийного, а также освещения наклонных поверхностей.

### 6.1 Расчет системы общего равномерного освещения методом коэффициента использования светового потока

Расчетное значение светового потока одной лампы в каждом светильнике определяется по формуле:

$$\Phi_p = \frac{E_n \cdot K_3 \cdot F \cdot z}{N \cdot \eta}, \quad (6.1)$$

где  $E_n$  – нормируемое значение освещенности, лм (см.раздел 1);

$K_3$  – коэффициент запаса (см.раздел 1);

$F$  – освещаемая площадь, м<sup>2</sup> (исходные данные);

$z$  – отношение средней освещенности к минимальной;

$N$  – количество светильников, шт;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока осветительной установки, о.е.

					КП.1-43 01 03 01 ПЗ					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						
Разраб.		Сташевский О.В.			Светотехнический расчет			Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Елкин В.Д.						Д	1	5
Консульт.								ГГТУ им.П.О.Сухого кафедра «Электроснабжение» гр. 33-31с		
Н. Контр.										
Зав. каф.										

Коэффициент  $z$  характеризует неравномерность освещенности и в значительной степени зависит от соотношения  $L/H_p$ , принимается от 1,1-1,15 в зависимости от типа ламп [2]:

- 1,1 – для линейных источников света;
- 1,15 – для точечных источников света.

Под коэффициентом использования светового потока понимают отношение светового потока, падающего на расчетную поверхность, к световому потоку источника света. Его значение принимается из справочной литературы в зависимости от коэффициента отражения поверхностей помещения:  $\rho_{\text{п}}$  - потолка,  $\rho_{\text{с}}$  - стен,  $\rho_{\text{р}}$  - расчетной поверхности и от индекса помещения:

$$i_{\text{п}} = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A + B)}, \quad (6.2)$$

где  $A, B$  – стороны помещений, м ;  
 $H_p$  – расчетная высота, м (см.раздел 3).

Для цеха производства фанеры определяем индекс помещения:

$$i_{\text{п}} = \frac{42 \cdot 42}{4,7 \cdot (42 + 42)} = 4,47 \text{ о.е.}$$

Приблизительное значение коэффициентов отражения можно определить по следующим рекомендациям:

- побеленный потолок и стены – 70-80%;
- побеленный потолок, стены окрашены в светлые тона – 50%;
- бетонный потолок, стены оклеены светлыми обоями, бетонные стены – 30%.
- стены и потолки в помещениях оштукатуренные, темные обои – 10%.

Принимаем следующие коэффициенты отражения:  $\rho_{\text{с}}=50\%$ ,  $\rho_{\text{п}}=50\%$ ,  $\rho_{\text{р}}=10\%$ .

КПД светильника FS-L-MAN 150Вт составляет 0,98 о.е. Коэффициент использования помещения составляет 4,47 о.е., исходя из индекса помещения составляет 0,75 о.е.

Тогда, коэффициент использования светового потока составит:

$$\eta_{\text{оу}} = 0,98 \cdot 0,75 = 0,74 \text{ о.е.}$$

Световой поток светодиодного светильника FS-L-MAN 150Вт составляет 21000 лм, определяем число светильников по формуле 6.1.

$$N = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 42 \cdot 42 \cdot 1,1}{21000 \cdot 0,74} \approx 38 \text{ шт.}$$

#### Справочно:

\* - Для удобства размещения расчетной величины светильников, округляем данное число в большую либо меньшую сторону.

$$\Phi_{\text{тр}} = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 42 \cdot 42 \cdot 1,1}{38 \cdot 0,74} = 20842,1 \text{ лм.}$$

$$\Delta = \frac{21000 - 20842,1}{21000} \cdot 100\% = 0,75\%$$

					КП.1-43 01 03 01 ПЗ	Лист
						2
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 6.1 - Расчет системы общего равномерного освещения методом коэффициента использования светового потока

Помещение/Параметр	$i_p$ , о.е.	$\eta_{св}$ , о.е.	$\eta_p$ , о.е.	$\eta$ , о.е.	N, шт.	$\Phi_{тр}$ , лм	$\Phi_{св}$ , лм	$\Delta$ , %
Цех производства фанеры	4,47	0,98	0,75	0,74	38	20842,1	21000	0,75
Склад продукции	0,86	0,98	0,48	0,47	1	8839,3	8400	-5,23
КТП	1,00	0,98	0,50	0,49	2	9091,8	8400	-8,24
Заготовительное отделение	1,20	0,98	0,53	0,52	3	11436,3	12000	4,70
Тепловой узел	1,14	0,98	0,52	0,51	2	11656,2	12000	2,86
Санузел	1,00	0,98	0,50	0,49	1	7879,6	8400	6,20

## 6.2 Расчет точечным методом аварийного эвакуационного освещения

Используя формулу для определения светового потока, получим выражение для определения количества светильников:

$$\Phi_{ав} = \frac{E_{н(ав)} \cdot K_3 \cdot F \cdot Z}{N_{ав} \cdot \eta_{ав}} \rightarrow N_{ав} = \frac{E_{н(ав)} \cdot K_3 \cdot F \cdot Z}{\Phi_{ав} \cdot \eta_{ав}} \quad (6.3)$$

Освещенность должна составлять 5% от нормируемой величины, но не менее 2 лк и не более 50 лк.

$$E_{н(ав)} = 200 \cdot 0,05 = 10 \text{ лк}$$

Для аварийного освещения выбираем светильник светодиодный типа FSS-LOW-1-30, мощностью 30 Вт. Степень защиты светильника IP67.

Величине индекса помещения  $i_p = 4,47$  о.е. соответствует значение коэффициента использования  $\eta = 0,75$ .

Тогда, коэффициент использования светового потока составит:

$$\eta_{оу} = 0,98 \cdot 0,75 = 0,74 \text{ о.е.}$$

$$N = \frac{10 \cdot 1,5 \cdot 42 \cdot 42 \cdot 1,1}{2900 \cdot 0,74} \approx 14 \text{ шт.}$$

Над входом, выходом из цеха производства фанеры размещаем информационную табличку «Выход» и «Направления движения».

Освещенность элемента поверхности определяется в соответствии с формулой (6.4). В случае расчета освещенности на горизонтальной поверхности расстояние от источника света до контрольной точки А определяется как гипотенуза прямоугольного треугольника по выражению:

$$l = \frac{H_p}{\cos \alpha} \quad (6.4)$$

Таким образом, освещенность элемента поверхности на горизонтальную плоскость можно рассчитать по формуле 6.5

$$E = \frac{I_a \cdot \cos^3 \alpha \cdot \mu}{H_p^2 \cdot K_a} \quad (6.5)$$

Расчет освещенности на горизонтальной плоскости с использованием формулы осуществляется в следующем порядке:

- На плане помещения с известным расположением светильников (рисунок 6.1) намечаем контрольную точку, в которых ожидается наименьшая освещенность.

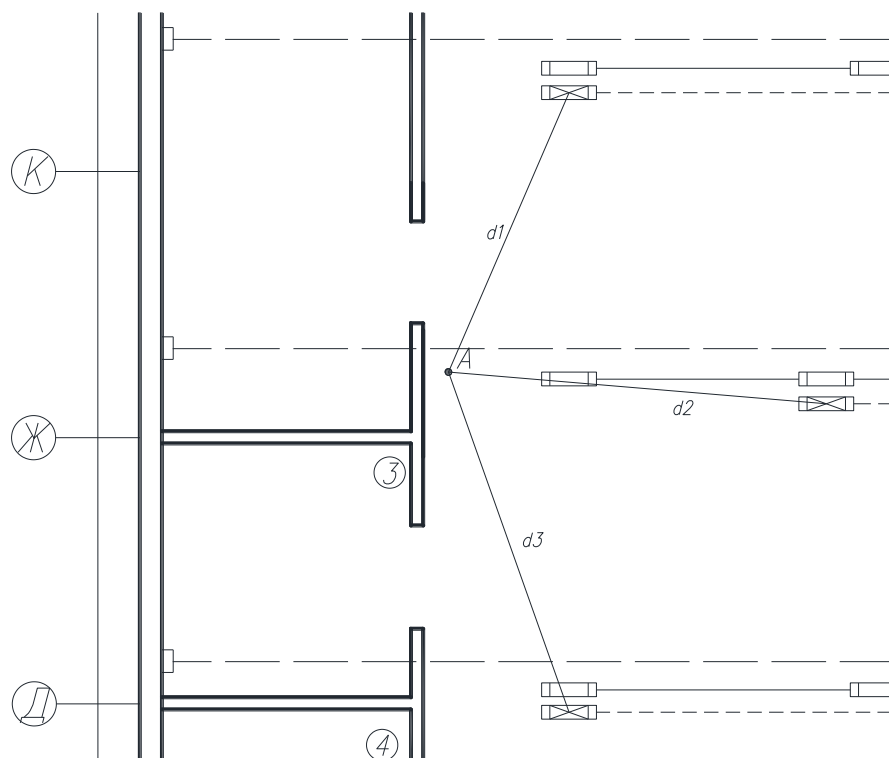


Рисунок 6.1 – Контрольная точка, имеющая наименьшую освещенность (фрагмент цеха производства фанеры)

- Определяем расстояния от контрольной точки до ближайших светильников:  $d_1=5,6$  м;  $d_2= 7,3$  м;  $d_3= 6,8$  м.

- По графику для излучателя, имеющего по всем направлениям силу света 100 кд [4] и по значениям  $H_p$  и  $d$  определяем значение условной освещенности  $e_{100}$ :  $e_{100(1)}=1,2$  лк;  $e_{100(2)}=0,7$  лк;  $e_{100(3)}=0,9$  лк.

- Определяется тангенс угла падения светового луча в расчетной точке по следующей формуле:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{d}{H_p} \quad (6.6)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{5,6}{4,7} = 1,19, \text{ отсюда } \alpha = 50,02^\circ$$

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{7,3}{4,7} = 1,55, \text{ отсюда } \alpha = 57,25^\circ$$

$$\operatorname{tg} \alpha_3 = \frac{6,8}{4,7} = 1,45, \text{ отсюда } \alpha = 55,38^\circ$$

Для светильников с условной лампой со световым потоком 1000 лм для найденного угла  $\alpha$  интерполируя определяем силу света  $I_{\alpha(1000)}$  [4], и рассчитаем значение освещенности, создаваемой этим светильником:

$$e_1 = 1,2 \cdot \frac{179,96}{100} = 2,16 \text{ лк.}; e_2 = 0,7 \cdot \frac{165,42}{100} = 1,16 \text{ лк.}; e_3 = 0,9 \cdot \frac{169,64}{100} = 1,53 \text{ лк.}$$

Для определения освещенности в расчетной точке:

$$\Phi = \frac{E \cdot K_3 \cdot 1000}{\mu \cdot \sum_{i=1}^n e_i} \rightarrow E = \frac{\Phi \cdot \mu \cdot \sum_{i=1}^n e_i}{1000 \cdot K_3} \quad (6.7)$$

Уровень освещенности в заданной точке:

$$E = \frac{2900 \cdot 1,1 \cdot (2,16 + 1,16 + 1,53)}{1000 \cdot 1,5} = 10,31 \text{ лк}$$

Из расчета видно, что световой поток  $\Phi=2900$  лм выбранного светильника удовлетворяет условию минимальной освещенности. Аналогично выполняем расчет для помещения КТП и теплового узла (согласно [2], стр.16). Результаты расчета представим в таблицу 6.2.

Таблица 6.2 - Результаты расчета эвакуационного освещения цеха производства ДСП, помещения КТП

Наименование помещения	Тип светильников	Кол-во светильников	Необходимый уровень освещенности, лк	Уров. освещ. в т. А, лк
Цех производства фанеры	FSS-LOW-1-30	14	10	10,31
КТП		1	7,5	11,27
Тепловой узел		1	7,5	9,19

### Выводы по разделу

В данном разделе произвели расчет количества светильников для электрического освещения цеха производства фанеры и вспомогательных помещений методом коэффициента использования светового потока. Также произвели расчет аварийного эвакуационного освещения цеха производства фанеры, теплового узла и КТП. По результатам расчета установили, что эвакуационное освещение соответствует минимальному нормированному уровню освещенности.