

Расчет прожекторного освещения строительных площадок

Электрическое освещение строительных площадок и участков подразделяется на рабочее, аварийное (безопасности и эвакуационное) и охранное.

Рабочее освещение должно быть предусмотрено для всех строительных площадок и участков, где работы выполняются в ночное время и сумеречное время суток. Оно осуществляется установками общего освещения (равномерного или локализованного) и комбинированного (к общему добавляется местное).

Общее равномерное освещение применяют, если нормируемая величина освещенности не превышает 2 лк. В остальных случаях в дополнение к общему должно предусматриваться локализованное или местное освещение.

Для этого могут использоваться как светильники, так и прожекторы с разными типами ламп [2, п.1.6]. Как правило, применение прожекторного освещения для стройплощадок по сравнению с освещением светильниками предпочтительнее, поскольку оно более экономично, благоприятно для объемного видения (благоприятное соотношение вертикальной и горизонтальной освещенности), не загружает территорию столбами и воздушной проводкой и более удобно для обслуживания. Однако необходимо принимать меры по снижению слепящего действия прожекторов и исключению теней.

В общем случае при расчете прожекторного освещения необходимо: выбрать тип прожектора и лампы, определить необходимое их количество, высоту установки, места расположения прожекторных мачт и углы наклона оптической оси прожекторов в вертикальной и горизонтальной плоскости, обеспечивающие заданную нормами освещенность площадки.

В практике проектирования освещения стройплощадок применяют два метода: расчет по удельной мощности прожекторной установки и метод кривых равных значений относительной освещенности (изолюкс).

Расчет по удельной мощности прожекторной установки регламентирован ГОСТ 12.1.046-85 [2, прил.3]. Выбор прожектора и лампы производится по таблицам, приводимым в литературе [2, прил.1; 3, табл.9-6; 7. табл.12.9; 8, табл.9.2]. В таблице 1 приведены параметры осветительных установок общего равномерного освещения при нормируемой освещенности $E_n = 2$ лк, в таблице 2 – при нормируемой освещенности $E_n = 0,5$ лк [2, прил.1].

Таблица 1

**Параметры осветительных установок общего равномерного
освещения при нормируемой освещенности $E_n = 2$ лк**

| Ширина освещаемой площади, а, м | Высота прожекторных мачт Н, м | Расстояние между мачтами b, м | Устанавливаемый прожектор на мачте | | | Параметры установки прожектора | | | Коэффициент неравномерности $z = \frac{E_{\min}}{E_{\text{ср}}}$ | Удельная мощность, Вт/м ² | | | | |
|---|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------------|---|--|---|--------------------------------------|------|------|------|------|
| | | | Тип | Количество | Мощность ламп, Вт | Высота Н, м | Угол наклона прожекторов θ град. | Угол между оптическими осями прожекторов, τ град. | | | | | | |
| Прожекторы с лампами накаливания | | | | | | | | | | | | | | |
| 100 | 15 | 70 | ПЗС-35 или ПСМ-40 | 6 | 500 | 15 | 15 | 15 | 0,60 | 0,86 | | | | |
| 150 | 20 | 100 | | 10 | | 20 | 12 | 15 | | | 0,85 | | | |
| 150 | 30 | 300 | | 10 | | 1000 | | | | | 30 | 18 | 0,70 | |
| 200 | | 275 | 9 | 12 | 20 | | 0,75 | | | | | | | |
| 250 | | 290 | 13 | 18 | 15 | | | 0,80 | | | | | | |
| 300 | | 250 | ПЗС-45 или ПСМ-50 | 9 | 10 | | 20 | | 0,61 | | | | | |
| | | | | 13 | 17 | | 15 | | | | | | | |
| | | | | 9 | 17 | | 20 | | | | | | | |
| Прожекторы с лампами ДРЛ | | | | | | | | | | | | | | |
| 75 | 15 | 160 | ПЗС-45 или ПСМ-50 | 3 | 700 | 15 | 20 | $\frac{60}{40}$ | 0,30 | 0,35 | | | | |
| 100 | 20 | 160 | | 4 | | 15 | 20 | 15 | | | 10 | 0,35 | | |
| 150 | | 150 | | 7 | | | | | | | | 20 | 20 | 0,25 |
| 200 | | 180 | 10 | 30 | 15 | | | | 0,40 | | | | | |
| 250 | | 200 | 16 | 10 | 0,45 | | | | | | | | | |
| 300 | | 140 | 16 | | | | | | | 0,55 | | | | |
| Прожекторы с галогенными лампами типа КГ | | | | | | | | | | | | | | |
| 75 | 20 | 180 | ПКН-1500-2 | 3 | 1500 | 20 | 15 | 30 | 0,50 | 0,65 | | | | |
| 100 | | 160 | | | | | | | | 5 | 30 | 30 | 0,65 | |
| 150 | | 140 | | | | | | | | | | | | 2000 |
| 200 | | 175 | 3 | 20 | 12 | 0,40 | | | | | | | | |
| 150 | | 230 | | | | | 3000 | 30 | 45 | 0,38 | | | | |
| 200 | | 210 | | | | | | | | | 6 | 30 | 50 | 0,44 |
| 250 | 190 | 0,38 | | | | | | | | | | | | |
| 100 | 300 | | ИСУ-01×2000/К-63-01 | 3 | 2000 | 12 | 50 | 0,65 | | | | | | |
| 150 | 200 | | | | | | | | ИСУ-02×5000/К-03-12 | 3 | 5000 | 30 | 12 | 45 |
| 200 | 160 | 3 | | | | | | | | | | | | |
| 250 | 280 | | 0,71 | | | | | | | | | | | |
| 300 | 230 | | | 0,68 | | | | | | | | | | |
| 200 | 390 | ИСУ-02×5000/К-03-12 | | | 3 | 5000 | 30 | 12 | 45 | 0,70 | 0,38 | | | |
| 250 | 360 | | 0,34 | | | | | | | | | | | |
| 300 | 260 | | | 0,38 | | | | | | | | | | |
| 350 | 210 | 0,41 | | | | | | | | | | | | |
| Прожекторы с лампами типа ДРИ | | | | | | | | | | | | | | |
| 150 | 20 | | 240 | ПЗС-35 или ПСМ-40 | 7 | 700 | 20 | 12 | 15 | 0,50 | 0,27 | | | |
| 200 | | 200 | 10 | | | | | | | | | 30 | 10 | 0,60 |
| 250 | | 260 | | | | | | | | | | | | |
| 300 | | 270 | | 0,75 | | | | | | | | | | |
| 350 | | 30 | 220 | | 0,55 | | | | | | | | | |
| | | | | | | 0,18 | | | | | | | | |
| | 0,18 | | | | | | | | | | | | | |
| Светильники с ксеноновыми лампами | | | | | | | | | | | | | | |
| 200 | | 30 | 180 | "Аревик" или ККУ | | | 30 | | 0,30 | 2,2 | | | | |
| 200 | 50 | 275 | 50 | | 30 | 0,50 | 1,5 | | | | | | | |
| 250 | 250 | 1,3 | | | | | | | | | | | | |
| 300 | 220 | | 1,2 | | | | | | | | | | | |
| 350 | 175 | | | 1,3 | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|-----|----|-----|-------|---|-------|----|----|----|------|------|
| 200 | 30 | 270 | ОУКсН | 2 | 20000 | 30 | 15 | 60 | 0,50 | 1,5 |
| 250 | | 230 | | | | | | | | 1,4 |
| 300 | | 205 | | | | | | | | 1,3 |
| 350 | | 155 | | | | | | | | 1,5 |
| 200 | 50 | 320 | | | | | | | 0,65 | 1,25 |
| 250 | | 310 | | | | | | | | 1,05 |
| 300 | | 300 | | | | | | | | 0,9 |
| 350 | | 290 | | | | | | | | 0,9 |
| 400 | | 275 | | | | | | | | 0,75 |

Таблица 2

Параметры осветительных установок общего равномерного освещения при нормируемой освещенности $E_n = 0,5$ лк

| Ширина освещаемой площади, а, м | Высота прожекторных мачт H, м | Расстояние между мачтами b, м | Устанавливаемый прожектор на мачте | | | Параметры установки прожектора | | | Коэффициент неравномерности $z = \frac{E_{min}}{E_{cp}}$ | Удельная мощность, Вт/м ² |
|---|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------|-------------------|--------------------------------|---|--|--|--------------------------------------|
| | | | Тип | Количество | Мощность ламп, Вт | Высота H, м | Угол наклона прожекторов θ град. | Угол между оптическими осями прожекторов, τ град. | | |
| Прожекторы с лампами накаливания | | | | | | | | | | |
| 150 | 20 | 400 | ПЗС-45 или ПСМ-50 | 18 | 1000 | 20 | 12 | 10 | 0,45 | 0,60 |
| 200 | | 350 | | | | | | | | 0,51 |
| 250 | | 300 | | | | | | | | 0,48 |
| 150 | 30 | 450 | | 18 | 1000 | 30 | 12 | 10 | 0,30 | 0,54 |
| 200 | | 410 | | | | | | | | 0,44 |
| 250 | | 390 | | | | | | | | 0,37 |
| 300 | | 330 | | | | | | | | 0,36 |
| 350 | | 300 | | | | | | | | 0,34 |
| Прожекторы с галогенными лампами типа КГ | | | | | | | | | | |
| 100 | 20 | 450 | ИСУ-01×2000/К-63- | 2 | 2000 | 20 | 14 | 20 | 0,50 | 0,18 |
| 150 | | 400 | | 0,13 | | | | | | |
| 200 | | 450 | | 0,18 | | | | | | |
| 250 | 30 | 400 | 01 | 4 | 2000 | 30 | 10 | 10 | 0,55 | 0,16 |
| 300 | | 450 | | 0,18 | | | | | | |
| 200 | 30 | 480 | ИСУ-02×5000/К-03- | 2 | 5000 | 30 | 12 | 90 | 0,40 | 0,21 |
| 250 | | 460 | | | | | | | | 0,18 |
| 300 | | 440 | | | | | | | | 0,15 |
| 350 | | 400 | | | | | | | | 0,15 |
| Прожекторы с лампами типа ДРЛ | | | | | | | | | | |
| 150 | 20 | 280 | ПЗС-45 или ПСМ-50 | 6 | 700 | 20 | 10 | 30 | 0,30 | 0,20 |
| 200 | | 240 | | 0,18 | | | | | | |
| 250 | 30 | 400 | | 14 | 700 | 30 | 10 | 12 | 0,45 | 0,19 |
| 300 | | 360 | | | | | | | | 0,18 |
| 350 | | 310 | | | | | | | | 0,18 |
| Прожекторы с лампами типа ДРИ | | | | | | | | | | |
| 150 | 20 | 375 | ПЗС-45 или ПСМ-40 | 7 | 700 | 20 | 12 | 15 | 0,30 | 0,17 |
| 200 | | 350 | | | | | | | | 0,14 |
| 250 | | 300 | | | | | | | | 0,13 |
| 300 | 30 | 250 | | 7 | 700 | 30 | 12 | 15 | 0,30 | 0,13 |
| 350 | | 250 | | | | | | | | 0,11 |

| Светильники с ксеноновыми лампами | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-----|------|------------------|------|-------|----|------|----|------|------|------|
| 200 | 30 | 840 | ОУКсН | 2 | 20000 | 30 | 12 | 90 | 0,30 | 0,48 | |
| 250 | | 10 | | | | | 0,43 | | | | |
| 300 | | 12 | | | | | 0,40 | | | 0,39 | |
| 350 | | | | | | | 0,37 | | | | |
| 200 | 50 | 1200 | "Аревик" или ККУ | 2 | 20000 | 50 | 12 | 60 | 0,65 | 0,33 | |
| 250 | | 1150 | | | | | 0,60 | | 0,26 | | |
| 300 | | 1100 | | | | | 25 | | 60 | 0,60 | 0,23 |
| 350 | | 1050 | | | | | | | | | |
| 200 | 30 | 750 | "Аревик" или ККУ | 2 | 20000 | 30 | 25 | 60 | 0,30 | 0,53 | |
| 250 | | 600 | | | | | | | 0,54 | | |
| 300 | | 400 | | | | | | | 0,25 | 0,66 | |
| 200 | | 50 | | | | | | | 900 | СКсН | 2 |
| 250 | 800 | | 0,48 | | | | | | | | |
| 300 | 650 | | 0,42 | | | | | | | | |
| 350 | 550 | | 0,41 | | | | | | | | |
| 150 | 30 | 630 | СКсН | 2 | 10000 | 30 | 16 | 50 | 0,40 | 0,46 | |
| 200 | | 600 | | | | | 14 | | 0,45 | 0,35 | |
| 250 | | 450 | | | | | 16 | | 50 | 0,50 | 0,50 |
| 150 | | 800 | | | | | | | | | |
| 200 | 50 | 700 | СКсН | 2 | 10000 | 50 | 14 | 50 | 0,37 | 0,50 | |
| 250 | | 675 | | | | | | | 0,55 | 0,30 | |
| 300 | | 600 | | | | | | | 0,27 | 0,27 | |
| 350 | | 550 | | | | | | | 0,24 | 0,24 | |
| 100 | 15 | 160 | СПКс-2-10000 | 1 | 10000 | 15 | 8 | 50 | 0,55 | 1,2 | |
| 150 | | 180 | | 2 | | | 14 | | | 0,83 | |
| 200 | | 150 | | | | | 8 | | | 0,8 | |
| 250 | | 200 | | 0,79 | | | | | | | |
| 300 | 190 | 0,67 | | | | | | | | | |
| 200 | 20 | 190 | СПКс-2-10000 | 1 | 10000 | 20 | 8 | 50 | 0,45 | 0,7 | |
| 250 | | 180 | | 2 | | | 10 | | 0,55 | 0,5 | |
| 300 | | 170 | | | | | 8 | | 0,50 | 0,4 | |
| 350 | | 220 | | 10 | | | 0,50 | | 0,5 | | |
| 400 | 30 | 250 | СПКс-2-10000 | 3 | 10000 | 30 | 8 | 60 | 0,40 | 0,6 | |
| 450 | | 300 | | 4 | | | 30 | | | 0,55 | 0,6 |
| 500 | | 310 | | 2 | | | 0 | | | 0,65 | |
| 200 | | 320 | | | | | 2 | | | 60 | 0,40 |
| 250 | 300 | 3 | 30 | 8 | 0 | 0 | 0,5 | | | | |
| 300 | 280 | | | | | | 0,45 | | | | |
| 350 | 270 | | | | | | 0,43 | | | | |
| 400 | 260 | | | | | | 0,38 | | | | |
| 450 | 220 | 0,4 | | | | | | | | | |
| 500 | 270 | 0,44 | | | | | | | | | |

Примечание. Данные табл.1 и 2 приведены для прямоугольного расположения световых приборов. При шахматном расположении световых приборов для площадок шириной до 200 м расстояние между опорами одного и того же ряда допускается уменьшить на 10 %.

Ориентировочное количество прожекторов N , подлежащее установке для создания необходимой освещенности, определяется по формуле

$$N = \frac{m \cdot k \cdot E_n \cdot A}{P_{л}}$$

где m – коэффициент, учитывающий световую отдачу источников света, КПД прожекторов и коэффициент использования светового потока, принимается по таблице 4 [2, прил.3; 7, табл. 12.10; 8, табл.9.2];

k – коэффициент запаса по таблице 3 [2, табл. 2];

E_n – нормируемая освещенность, лк [2,табл.1];
 P_l - мощность лампы, Вт.

Таблица 3

| Осветительные приборы | Коэффициент запаса при | |
|--|------------------------|--------------------------------|
| | лампах накаливания | газоразрядных источниках света |
| Прожекторы и др. световые приборы с усилением силы света 5-кратным и более | 1,5 | 1,7 |
| Светильники | 1,3 | 1,5 |

Таблица 4

Ориентировочные значения коэффициента m

| Источник света | Тип прожектора или светильники | Ширина освещаемой площади, м | Значения m при расчетной освещенности, лк | |
|-----------------------------|--------------------------------|------------------------------|---|-----------|
| | | | 0,5 -1,5 | 2,0 -30,0 |
| ЛН | ПЗС, ПСМ | 75-150 | 0,90 | 0,30 |
| | | 175-300 | 0,50 | 0,25 |
| Галогенные ЛН | ПКН, ИСУ | 75-125 | 0,35 | 0,20 |
| | | 150-350 | 0,20 | 0,15 |
| Лампы типа ДРЛ | ПЗС, ПЗМ | 75-250 | 0,25 | 0,13 |
| | | 275-350 | 0,30 | 0,115 |
| Лампы типа ДРИ | ПЗС, ПСМ | 75-150 | 0,30 | 0,10 |
| | | 175-350 | 0,16 | 0,06 |
| Ксеноновая лампа ДКсТ-20000 | ОУКсН (H=30 м) | 150-175 | 0,75 | 0,50 |
| | | 200-350 | 0,50 | 0,40 |
| | "Аревик" (H=30 м) | 150-175 | 0,90 | 0,70 |
| | | 200-250 | 0,70 | 0,50 |
| Ксеноновая лампа ДКсТ-10000 | СКсН (H= 20-30 м) | 100-150 | 0,55 | 0,45 |
| | | 175-250 | 0,40 | 0,35 |

Из условия ограничения слепящего действия минимальная допустимая высота установки прожектора (или наклонно расположенного светильника прожекторного типа) определяется по формуле [9]:

$$H = \sqrt{\frac{J_{\max}}{c}},$$

где J_{\max} - осевая сила света прожектора, кд [2,прил.4];

$c = \frac{J_{\max}}{H^2}$ - коэффициент, зависящий от нормируемой

освещенности:

| | | | | | | | | |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| $E, \text{лк}$ | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 5,0 | 10 | 30 | 50 |
| c | 100 | 150 | 250 | 300 | 400 | 700 | 2100 | 3500 |

Высота прожекторных мачт принимается из ряда 10, 12, 15, 20 или 30 м. При определении мест установки прожекторных мачт можно воспользоваться рекомендациями табл. 1 и 2, а также [2, прил.2].

Оптимальный угол наклона оптической оси прожекторов в вертикальной плоскости при освещении горизонтальной поверхности находят по таблицам 1 и 2 или по формулам [9]:

$$\theta = \arcsin \sqrt{m + n \cdot (eh^2)^{2/3}},$$

где m и n – постоянные, которые зависят от углов рассеяния прожекторов в горизонтальной и вертикальной плоскостях:

$$m = \sin^2 \beta_e; \quad n = \left(\frac{\pi \cdot \sin 2\beta_e \cdot \cos \beta_e \cdot \operatorname{tg} \beta_e}{2\Phi} \right)^{2/3};$$

здесь Φ – световой поток лампы;

h – высота установки прожектора;

e – нормируемая освещенность.

Более точно количество прожекторов и их размещение можно определить методом изолюкс [3, 9].

Рассчитать методом удельной мощности и методом изолюкс потребное количество прожекторов для общего равномерного освещения строительной площадки по исходным данным табл.5 и разместить их на плане площадки. При этом минимальную освещенность принять: для вариантов 1...12 - 2лк; для вариантов 11...25 - 0,5 лк.

Таблица 5

| Вариант | Размер площадки, м | Вид выполняемых работ | Тип прожектора | Тип лампы |
|----------------------------|---|--------------------------------|----------------|------------|
| 1 2 3 4 5 | 75x75 100x75 125x75 150x75 175x75 | Работы нулевого цикла | ПСМ-40А-1 | Г220-500 |
| 6 7 8 9 10 | 100x100 125x100 150x100 175x100 200x100 | Возведение здания высотой 15 м | ПСМ-50А-1 | Г220-1000 |
| 11 12 13 14 15 | 125x125 150x125 175x125 200x125 225x125 | Возведение здания высотой 18 м | ПЗР-250 | ДРЛ-250 |
| 16 17 18 19 20 | 150x150 175x150 200x150 225x150 200x150 | Работы нулевого цикла | ПЗР-400 | ДРЛ-400 |
| 21 22 23 24 25 | 200x200 200x225 200x250 200x275 200x300 | Возведение здания высотой 18 м | ПКН-1500 | КГ220-1500 |

Литература

1. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение
2. ГОСТ ССБТ 12.1.046-85 Нормы освещения строительных площадок
3. Справочная книга для проектирования электрического освещения / Под ред. Г.М.Кнорринга. – Л.: Энергия, 1976
4. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю.Б.Айзенберга. – М.: Энергоатомиздат, 1995
5. Пособие по расчету и проектированию естественного, искусственного и совмещенного освещения (к СНиП II -4-79*). – М.: Стройиздат, 1985.
6. Практикум по безопасности жизнедеятельности / Под ред. С.А.Бережного. – Тверь: ТГТУ, 1997.
7. Д.В.Коптев, Г.Г.Орлов, В.И.Булыкин и др. Безопасность труда в строительстве (Инженерные расчеты по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности») Уч. пособие. – М.: Изд-во АСВ, 2003.- 352 с.
8. Пчелинцев В.А., Коптев Д.В., Орлов Г.Г. Охрана труда в строительстве. – М.: Высш. Шк., 1991. – 272 с.:ил.
9. Кнорринг Г.М. и др. Справочная книга для проектирования электрического освещения / Г.М.Кнорринг, И.М.Фадин, В.Н.Сидоров. – 2-е изд., перераб. и дол. – СПб.: Энергоатомиздат. Санкт-Петербургское отделение, 1992. – 448 с.:ил.