

СВЕТОТЕХНИКА

ОРГАН ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА
СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПО РАДИОЭЛЕКТРОНИКЕ

Год издания четвертый

9

Сентябрь 1958

К ВОПРОСУ ОГРАНИЧЕНИЯ ЯРКОСТИ СВЕТИЛЬНИКОВ ДЛЯ ШКОЛЬНЫХ КЛАССОВ

Инж. Ю. Б. АЙЗЕНБЕРГ и канд. техн. наук Е. Б. ШЕФТЕЛЬ

Всесоюзный светотехнический институт

На протяжении длительного времени одной из основных мер ограничения ослепленности в осветительных установках наряду с регламентацией высоты подвеса светильников являлось нормирование величины защитного угла, что остается действующим и до настоящего времени для промышленных осветительных установок.

В СНиП (1955 г.) для светильников с лампами накаливания, предназначенных для основных помещений жилых и общественных зданий (в том числе и школ), впервые было введено ограничение не величины защитного угла светильников, а их яркости. В пределах угла до 40° к горизонту значение яркости не должно превышать 5 000 нт, за исключением светильников для палат больниц, яркость видимых частей которых ограничивается величиной 2 000 нт.

Для светильников с люминесцентными лампами всеми действовавшими с 1951 по 1958 г. правилами¹ регламентировалось значение защитного угла, который в административных, лечебных (кроме палат), учебных и подобных им помещениях не должен был превышать 30° . И только в новой редакции СНиП, вводимых в действие с 1959 г., впервые для данных помещений предусмотрено ограничение ослепленности, одинаковое для светильников как с люминесцентными лампами, так и с лам-

пами накаливания. Причем нормируемой величиной является не защитный угол, а значение яркости светящей поверхности светильника, которая для классов и учебных кабинетов, палат больниц, а также спален детских учреждений не должна превышать 2 000 нт.

Нормирование допустимых величин яркости поверхностей светильников более прогрессивно, чем нормирование защитных углов, поскольку в последнем случае не предусматривается ограничение слепящего действия видимых внутренних поверхностей светильников, а также внешних поверхностей светильников с рассеивателями, яркость которых может значительно превышать допустимую (рис. 1,а). При ограничении яркости светильников важным является вопрос о том, какая яркость нормируется — габаритная или максимальная.

При наблюдении светильников, как правило, одновременно видны поверхности, имеющие различную яркость (рис. 1,б). Поэтому представляется целесообразным нормировать величину габаритной яркости, на которую фактически реагирует глаз. Однако нормирование только средней яркости не является достаточным, поскольку при этом не учитывается возможность наличия в поле зрения отдельных небольших участков светильников, имеющих высокие яркости. Сказанное означает необходимость нормирования не только габаритной яркости, но и максимальной ярко-

¹ «Правила устройства люминесцентного освещения» 1951 г., СНиП 1955 г., ПУЭ 1957 г.

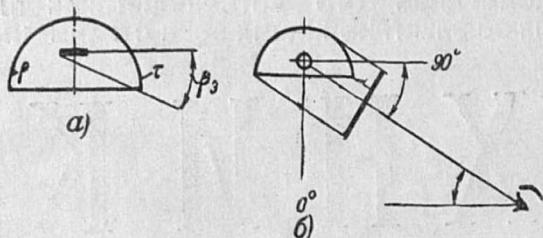


Рис. 1.

сти или отношения максимальной к габаритной.

Следует отметить, что одновременное ограничение величин габаритной и максимальной яркости является значительно более жестким, чем регламентация одного значения (2 000 нт, например) без четкого указания, о какой яркости идет речь.

Представляется очевидным, что ограничение величин нормируемых значений яркости должно быть различным для разных направлений, поскольку блескость светильников не остается постоянной при изменении расположения светильника по отношению к линии зрения. Кроме того, вероятность наблюдения светильников под разными углами также неодинакова. Как известно [Л. 1 и 2] наибольшей блескостью обладают светильники, находящиеся в пределах углов 0—25°—30° к линии зрения. В классах вероятность наблюдения светильников под малыми углами к горизонту наибольшая. Из сказанного вытекает, что ограничение величин нормируемых значений яркости должно быть различным под разными углами, а не одним и тем же по всем направлениям.

Регламентация величин яркости для большого количества направлений приведет к необходимости представлять эти величины в виде кривой. Усложнить нормирование яркости введением кривой углового распределения допустимых яркостей нецелесообразно, так как достаточно ограничивать величины нормируемых значений яркости в определенных зонах.

Сказанное подтверждается существующими нормами ограничения яркости школьных светильников, принятymi в США и Англии [Л. 3 и 4], где имеется большой опыт нормирования, проектирования и эксплуатации школьного освещения. На рис. 2 приведены величины нормируемых значений яркости светильников: а) максимальной яркости, принятой в США; б) габаритной и максимальной, принятых в Англии. Несмотря на то, что в американском стандарте регламентируется величина максимальной яркости светильников, в американской же литературе [Л. 5] имеются высказывания о том, что значительно пра-

вильнее нормировать и величины габаритных яркостей, как в дальнейшем и было сделано в США применительно к административно-служебным помещениям [Л. 6].

Как видно из рис. 2, английские нормы регламентируют габаритные яркости в двух зонах: 4 600 нт—в наиболее опасной зоне 60—90° и 7 700 нт—в зоне 0—60°. Отношение же максимальной яркости к габаритной ограничивается величиной 3,3 в наиболее опасной зоне. Американские нормы регламентируют максимальную яркость в трех зонах: 60—90° (1 500 нт), 45—60° (3 000 нт) и 0—45° (7 000 нт).

Представляется целесообразным не вводить дополнительной зоны 45—60°, а нормировать величину габаритной яркости в двух зонах:

1) наиболее опасной — в пределах углов 0—30° к горизонту (или 60—90° по отношению к светильнику);

2) менее опасной — в пределах углов 30—90° к горизонту (0—60° по отношению к светильнику).

При этом величины габаритных яркостей могут быть приняты равными 2 000 нт в первой зоне и 4 000 нт — во второй, а соотношение максимальной и габаритной яркостей ($B_{\max}/B_{\text{раб}}$) в указанных зонах предлагается ограничить величиной 2,5.

Вследствие плавного и постепенного характера изменения габаритной яркости светильников ее значения не будут выходить за нормируемые в пределах зоны, большей, чем основная 30-градусная.

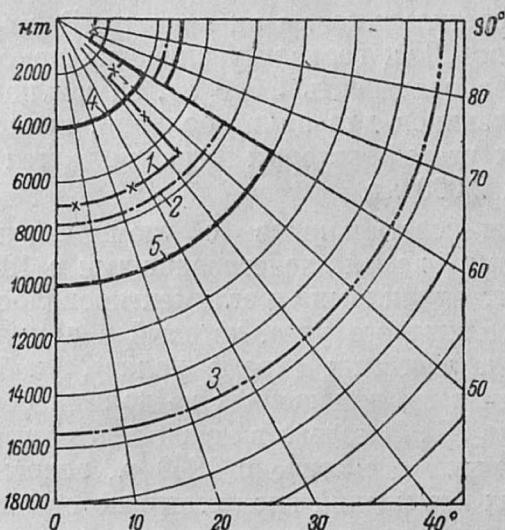


Рис. 2. Величины нормируемых значений яркости школьных светильников.

1—максимальная яркость (США); 2—габаритная яркость (Англия); 3—максимальная яркость (Англия); 4—предлагаемая габаритная яркость; 5—предлагаемая максимальная яркость.

Рассмотрение данных табл. 1 позволяет сделать вывод о том, что предлагаемые значения габаритных яркостей с одновременным ограничением отношения $B_{\max}/B_{\text{габ}}$ занимают промежуточное положение между американскими и английскими требованиями.

Таблица 1

Зона, град.	Яркость, нт	США	Англия	Предлагаемая
60—90	$B_{\text{габ}}$	—	4 600	2 000
	B_{\max}	1 500	15 400	5 000
	$B_{\text{габ}}$	—	7 700	4 000
0—60	B_{\max}	{ 3 000 (45—60°) 7 000 (0—45°)	15 400	10 000

Нормирование яркости светильников является частью общей системы нормирования школьного освещения, в которую, кроме того, должны входить требования к распределению яркости в поле зрения и др. В частности, данные табл. 1 для США приведены с учетом светлой окраски поверхностей школьных классов, при темной окраске величины допустимых яркостей уменьшаются вдвое.

Предлагаемая регламентация одинаковых величин яркости светильников с лампами накаливания и люминесцентными лампами (аналогичная принятой в последней редакции СНиП) объясняется наличием нескольких взаимно компенсирующихся обстоятельств. С одной стороны, при различных уровнях нормируемых освещенностей требования к яркости светильников должны быть разными, причем величины яркости светильников при меньших освещенностях должны быть меньшими. С другой стороны, поскольку габаритные размеры светильников с люминесцентными лампами значительно превышают размеры светильников с лампами накаливания, величина допустимой яркости последних может быть принята большей, чем для светильников с люминесцентными лампами [Л. 6].

Кроме того, при светильниках с лампами накаливания отраженного или преимущественно отраженного светораспределения яркость участков потолка, на фоне которых рассматриваются светильники, будет значительно выше, а следовательно, их допустимая яркость может быть большей, чем светильников с люминесцентными лампами.

Предлагаемая система нормирования ограничивает применение для школьных классов светильников с лампами накаливания только светильниками полностью отраженного или

преимущественно отраженного света. Это объясняется тем, что регламентируемые величины $B_{\max} = 10 000 \text{ нт}$ в пределах углов 0—60° и, тем более, 5 000 нт в зоне 60—90° могут быть обеспечены только в том случае, если ни в одном направлении в нижней полусфере не будет видна лампа накаливания. Применительно же к светильникам с люминесцентными лампами такая система нормирования означает, что необязательно полное перекрытие люминесцентных ламп рассеивателем во всей нижней полусфере, возможно использование люминесцентных светильников с экранирующими решетками. В то же время предъявляемым требованиям к яркости наилучшим образом удовлетворяют подвесные открытые сверху светильники с экранирующими решетками равномерно рассеянного или преимущественно отраженного светораспределения вследствие наименьшей яркости их решеток. Качество же освещения классов при использовании таких светильников получается наилучшим (равномерное распределение яркости по потолку и стенам; благоприятное соотношение яркости светильника и потолка; наилучшее соотношение между освещенностями, создаваемыми прямым и многократно отраженным световым потоками).

Интересно проследить, в какой мере школьные светильники удовлетворяют предъявляемым требованиям ограничения яркости по зонам. В настоящее время в школах, как известно, широко применяются светильники типа Шар молочного стекла, а также Люнетта цельная. Из рассмотрения табл. 2 вытекает, что светильники типа Шар диаметром 350 мм с лампой накаливания 300 вт, 127 в, а тем более диаметром 250 мм с лампой накаливания 200 вт, 127 в имеют величины габаритной яркости, превышающие допустимые 2 000 нт в пределах 60—90°. Светильник Люнетта цельная, имеющий открытое выходное отверстие, совершенно не удовлетворяет предъявляемым требованиям, поскольку его максимальная яркость в пределах угла 50° значительно превышает (примерно в 750 раз при лампе накаливания 200 вт, 127 в) допустимую величину 10 000 нт. Кроме того, из-за близкого расположения лампы к рассеивателю и габаритная яркость его также больше допустимой.

В настоящее время для освещения школьных классов разработаны группы светильников с лампами накаливания [Л. 7 и 8]: стеклянные (СК-2 и СК-3) и металлические колцевые (СК-300, КСО-1 и СК-1).

Величины габаритной яркости стеклянного светильника СК-2 (типа Люнетта сбор-

Таблица 2

Габаритные яркости для светильников с лампами накаливания

Наименование светильника	Габаритные яркости, нт				Примечание
	0°	30°	60°	90°	
Шар молочного стекла диаметром 350 мм . . .	3 380	3 360	3 200	2 960	С лампой 300 вт, 127 в
Шар молочного стекла диаметром 250 мм . . .	4 100	4 060	3 880	3 580	С лампой 200 вт, 127 в
Люнетта цельная	6 500	7 900	3 400	2 600	То же
Светильник СК-2	4 400	3 300	3 000	4 100	С лампой 300 вт, 127 в
Светильник СК-300	7 350	2 900	2 750	8 300	То же

ная) превышают допустимые почти во всех зонах углов. Указанный светильник может удовлетворять требованиям, предъявляемым к яркости, при переделке, связанной с некоторым изменением габаритов и коэффициентов пропускания рассеивателей.

Светильник СК-300 с металлическими экранирующими кольцами, разработанный на заводе «Электросвет», имеет преимущественно отраженное светораспределение. Однако из-за некоторых светотехнических недостатков (недачного расположения лампы и излишне

являемым требованиям (сказанное относится к светильникам СК-1 со специальной лампой).

На рис. 3 показана кривая распределения габаритной яркости, построенная для специального школьного светильника рассеянного света с двумя люминесцентными лампами мощностью по 40 вт и экранирующей решеткой, разработанного во ВНИСИ. Из рассмотрения этого рисунка видно, что величина габаритной яркости светильника остается меньше допустимой 2 000 нт в пределах углов 40—90°, хотя люминесцентные лампы полностью перекрыты лишь в зоне углов 60—90°. Кроме того, яркость светильника в зоне углов 0—40° также значительно меньше предлагаемых для нормирования величин.

Приведенные в табл. 2 и на рис. 3 величины яркостей светильников рассчитаны инж. Г. Л. Казаковой на базе экспериментальных кривых силы света.

Указанные в настоящей статье соображения по ограничению яркости светильников для школьных классов основаны на литературных данных и результатах расчетов. Представляется необходимым проведение экспериментальной проверки предлагаемой системы нормирования совместно гигиенистами и светотехниками.

Литература

1. В. В. Мешков. Осветительные установки. ГЭИ, 1947.
2. Dubois-Poulsen. «Light and Lighting», 1957 № 7.
3. American Standard Practice for School Lighting, 1948.
4. Provision of Electric Lighting in Schools. The Codes of Practice Committee, 1948.
5. Neidhart. «Ill. Eng.», 1953, № 6.
6. Recommended Practice for Office Lighting «Ill. Eng.», 1956, № 6.
7. А. И. Дамский. «Светотехника», 1958, № 4.
8. Д. А. Зильбер и В. В. Телятьев. «Светотехника», 1957, № 9.

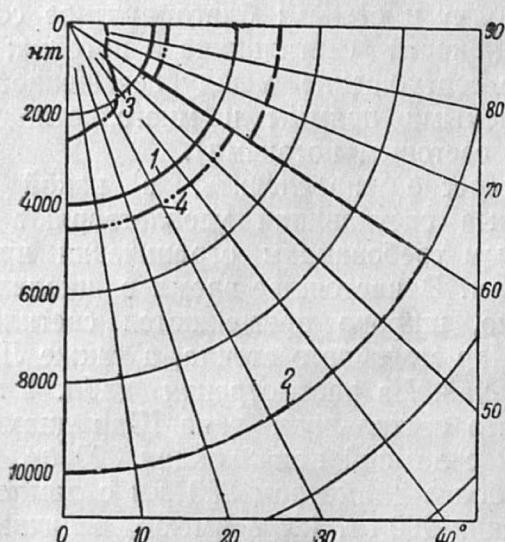


Рис. 3.

1—предлагаемая габаритная яркость; 2—предлагаемая максимальная яркость; 3—габаритная яркость школьного люминесцентного светильника (ВНИСИ); 4—максимальная яркость школьного люминесцентного светильника (ВНИСИ).

большого коэффициента пропускания молочного стекла) габаритная яркость светильника выходит за допустимые пределы.

Что касается светильников типов КСО-1 и СК-1, то они, являясь светильниками отраженного света, должны удовлетворять предъ-