Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

СВЕТОТЕХНИКА

ОРГАН ГЛАВЭНЕРГОПРОМА, СВЕТОТЕХНИЧЕСКОЙ СЕКЦИИ ЭНИА И СВЕТОТЕХНИЧЕСКОЙ СЕКЦИИ ВЭК—РНИТО

2 МАРТ АПРЕЛЬ 1934

АДРЕС РЕДАКЦИИ МОСКВА, НЕГЛИННАЯ 6/2. ТЕЛЕФОН 65-84

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА —Н.К.Т.П.—

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ

Блескость и слепимость

В. В. МЕШКОВ
Всесоюзн. центр. ин-т организ. и оздоровления труда, Москва

Проблема блескости и слепимости в осветительных установках является до последнего времени не полностью освоенным вопросом. Несмотря на разделение понятий блескости и слепимости еще в 1929 г. на 2-й ВСК [1]) до настоящего времени эти понятия путаются, и часто одно заменяется другим.

Принимая за основу понятий блескости и слепимости определения этих феноменов данные 2-й ВСК, будем в дальнейшем понимать под блескостью свойство светящихся поверхностей, находящихся в поле зрения, изменять установившиеся при существующей яркости поля адаптации, функции зрения. Изменение функции зрения, наиболее резко реагирующей на появление в поле зрения источника блескости, будем в дальнейшем называть слепимостью.

Из приведенных определений можно видеть, что блескость характеризует исключительно свойства светящихся поверхностей, в то время как слепимость является характеристикой установившегося состояния глаза при наличии в поле зрения блескости.

При изучении вопросов ограничения слепимости в условиях рабочего процесса представляет удобство деление источников блескости на две группы:

а) источники прямой блескости (прямая блескость);

б) источники косвенной блескости (косвенная [2]) блескость).

К первой группе источников блескости относятся светящиеся поверхности светильников (тело накала источника света, отражатели, рассеиватели и преломлятели), и ко второй группе— участки рабочей поверхности, рассматриваемые детали, обрабатываемые предметы, части станков и машин и пр., обладающие повышенной яркостью по сравнению с яркостью поля адаптации. Практически с косвенной блескостью в рабочем процессе приходится иметь дело в тех случаях, когда указанные выше поверхности характеризуются большим отношением коэфициента зеркального отражения к коэфициенту рассеянного отражения (шлифованный и полированный металл, стекло, полированное дерево и пр.). Для количественного определения слепимости по приведенному выше определению необходимо знать наиболее резко реагирующую на блескость функцию зрения. Изучением этого вопроса занималась лаборатория промышленного освещения ВЦИЭОТ при исследовании факторов, влияющих на слепимость. Результаты этих исследований показывают, что для различных вариантов блескости и при различных яркостях поля адаптации наибольшее нарушение претерпевает контрастная чувствительность. Повышенная реакция контрастной чувствительности под действием блеского источника, находящегося в поле зрения, по сравнению с другими функциями зрения (быстрота различения, устойчивость ясного видения и острота зрения) наблюдается наиболее заметно при малой блескости и большой яркости поля адаптации. Выводы этих исследований позволяют принять мерой слепимости изменение контрастной чувствительности под действием блеского источника.

Уменьшение контрастной чувствительности — $\frac{B_a}{\Delta B}$ при появлении в поле зрения блеского источника обусловливается возрастанием порожной разности яркостей — ΔB. Рост порожной разности яркостей при появлении в поле зрения блеского источника и постоянства яркости поля адаптации можно объяснить на основе результатов экспериментального изучения этого вопроса следующими факторами:

а) уменьшение диаметра зрачка при появлении в поле зрения блеского источника;

б) наложение на сетчатке кругов светорассеяния от блеского источника на изображение рассматриваемого предмета (засвет сетчатки световым потоком, рассеянным в средах глаза);

с) действие на мозговые центры продуктов разложения светочувствительных элементов сетчатки, полученных в месте изображения блеского источника.

Наличие второго фактора, влияющего на величину порожной разности яркостей, подтверждается опытами засвета слепого пятна блеским источником. В этих опытах, проведенных на ряде вариантов блеского источника, располагаемого таким образом, чтобы его изображение падало на слепое пятно сетчатки при постоянстве диаметра зрачка, появление блеского источника вызывает снижение контрастной чувствительности, что можно объяснить наложением кругов светорассеяния блеского источника на изображение рассматриваемого объекта. Действие продуктов разложения на мозговые центры подтверждается тем фактом, что при засвете слепого пятна снижение контрастной чувствительности получается меньше по сравнению со снижением контрастной чувствительности при засвете

[1]) Труды 2-й ВСК, выпуск 2, „Светотехническая терминология".

[2]) Общепринятое наименование этой группы источников блескости отраженной блескостью теоретически неправильно, так как в некоторых случаях блескость отражающих поверхностей относится к первой группе, например, блескость отражателя светильника.

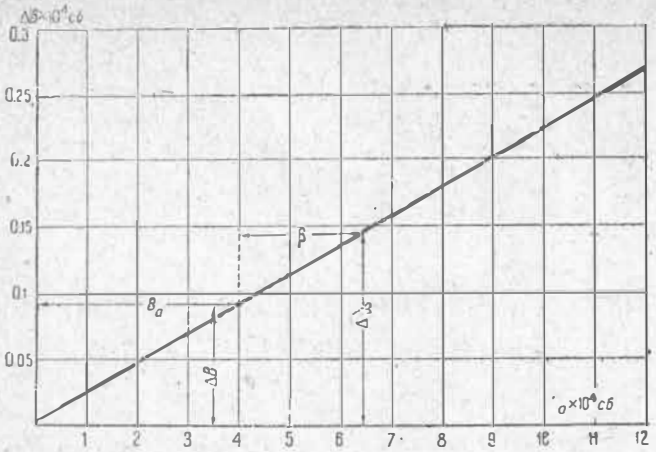

Рис. 1. Кривая зависимости порожной разности яркостей от яркости поля адаптации

симметричной слепому пятну зоны сетчатки. Вследствие того что с практической точки зрения учета количественной стороны слепимости совершенно не важно деление результатов действия блеского источника на три указанных фактора, можно условно для упрощения методики учета слепимости объединить все три фактора в один, называя его эквивалентным засветом глаза. Яркость эквивалентного засвета глаза, отнесенная к яркости поля адаптации, будет характеризовать количественную сторону слепимости.

Для определения яркости эквивалентного засвета глаза проанализируем кривую изменения порожной разности яркостей в зависимости от яркости поля адаптации [3]) (рис. 1). Принимая во внимание собственный свет сетчатки [4]), уравнение зависимости $\Delta B = f(B_a)$ на основе закона Вебера-Фехнера может быть представлено в следующим виде:

$$\Delta B = k\,(B_a + \alpha), \tag{1}$$

где α — собственный свет сетчатки; k — постоянный коэфициент, равный тангенсу угла наклона прямой $\Delta B = f(B_a)$.

На основе получаемого уравнения Вебера-Фехнера можно написать следующую пропорцию:

$$\frac{\Delta B}{B_a + \alpha} = \frac{\Delta B_s}{B_a + \alpha + \beta}, \tag{2}$$

где ΔB — порожняя разность яркостей при отсутствии в поле зрения блескости и ΔB_s — порожняя разность яркостей при наличии в поле зрения блескости; β — яркость эквивалентного засвета глаза блеским источником.

Решая полученное уравнение относительно яркости эквивалентного засвета глаз, получим

$$\beta = \left(B_a + \alpha\right)\left(\frac{\Delta B_s}{\Delta B} - 1\right). \tag{3}$$

Так как отношение порожных разностей яркостей при наличии и отсутствии блеских источников в поле зрения определяет коэфициент слепимости [5]), относительная величина яркости эквивалентного засвета численно равняется приросту коэфициента слепимости

$$\frac{\beta}{B_a + \alpha} = s - 1. \tag{4}$$

Полученное уравнение подтверждает ранее высказанное предположение о возможности учета количественной стороны слепимости относительной величиной яркости эквивалентого засвета.

Результаты исследования влияния блескости источников, находящихся в поле зрения яркости поля адаптации и положения источника блескости относительно глаза наблюдателя на величину слепимости позволяют выразить зависимость яркости эквивалентного засвета глаза от перечисленных факторов следующими уравнениями:

а) для источников блескости с яркостью менее 100 сб

$$\beta = \left(3\lg B + 3{,}46\right)\cdot 10^{-4}\,\frac{I\cos\Theta}{L^2\,\Theta^2}; \tag{5}$$

б) для источников блескости с яркостью более 100 сб

$$\beta = 9{,}46\cdot 10^{-4}\,\frac{I\cos\Theta}{L^2\,\Theta^2}, \tag{5a}$$

где B — яркость блеского источника по направлению к глазу в стильбах; I — сила света блеского источника по тому же направлению в свечах; Θ — угол в градусах между линией зрения и лучом блеского источника по направлению к глазу; L — расстояние в метрах между глазом и блеским источником.

Определяя блескость как свойство светящейся поверхности вызывать слепимость, можем найти из полученных уравнений (5) и (5а) количественное выражение блескости G:

а) для источников с яркостью менее 100 сб

$$G = (3\lg B + 3{,}46)\,I\cdot 10^{-4}; \tag{6}$$

б) для источников с яркостью более 100 сб

$$G = 9{,}46\cdot 10^{-4}\cdot I. \tag{6a}$$

Полученные уравнения, определяющие количественное выражение блескости для любого источника света, позволяют сделать следующие выводы:

а) размерность единиц блескости соответствует размерности единиц силы света и светового потока ($ML^2T^{-3}v$);

б) блескость зависит от яркости источника только до 100 сб, дальнейшее увеличение яркости источника на блескости не сказывается;

в) блескость любой светящейся поверхности является величиной векториальной;

г) распределение блескости симметричного светильника в пространстве может определяться продольной кривой блескости, построенной на основе продольных кривых силы света и яркости для данного типа светильника.

Измерение яркости светильников до последнего времени регулярно не проводилось, вследствие чего в настоящее время мы не имеем возможности по существующим материалам дать средние кривые блескости светильников. В связи с этим необходимо поставить перед заводом „Электросвет" вопрос об измерении яркости светильников в нижней полусфере.

Существующие правила испытания светильников [6]) указывают на необходимость измерения яркости отдельных зон светильников; необходимость детального исследования распределения яркости светильников впервые отметил И. Х. Озолинг [7]). Им были проведены ориентировочные измерения яркостей для основных типов светильников, и результаты измерений легли в основу проекта правил ограничения слепимости. Большая работа по измерению яркости светильников фирмы Körting & Matissen была проведена инж. Поль [8]), который на основе материалов исследования распределения яркостей светильников общего и местного освещения делал выводы о новых правилах ограничения блескости немецкого осветительного кодекса.

В нашей работе исследование распределения яркостей проводилось с помощью малого зеркального аппарата фирмы Schmidt & Haensch и Люксметра ГОИ, предварительно градуированного на яркость. Для повышения точности измерения в цепь эталонной лампы люксметра был включен вольтметр с зеркальным отсчетом системы Депре Д'Арсонваля и лабораторный движковый реостат. Люксметр закреплялся наглухо на специальном штативе, который позволял точно фиксировать ось люксметра по пути светового луча, отраженного от второго зеркала распределительного аппарата.

Расширение диапазона измерений осуществлялось помощью нейтральных торцевых фильтров и насадок. Измерения каждого светильника проводились в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, причем каждая точка промерялась двумя фотометристами, каждый из которых проделывал по три отсчета. На основе анализа полученных материалов установлено, что ошибки в принятой методике измерения не превышали 5 —

---

[3]) Кривая $\Delta B = f(B_a)$ построена по материалам опытов лаборатории-промышленного освещения ВЦИЭООТ.

[4]) Helmholtz Wissenschaftliche Abhandlungen Bd. 3, S. 392.

[5]) Мешков В., Метод учета слепимости при проектировании прожекторного освещения, „Светотехника" № 2, 1932.

[6]) Проект стандарта испытания светильников, разработанный светотехнической лабораторией ВИМС.

[7]) Труды 2-й ВСК, том IV, „Проблема блескости".

[8]) „ETZ" № 15, 1932.

7%. Колебания в величинах яркости по отдельным плоскостям измерения вследствие неоднородности рассеивателей, неточности установки тела накала лампы по оси арматуры и пр. достигали 20—30% от среднего значения. Окончательная оценка результатов исследования производилась на основе подсчета средних значений из всех образцов испытаний по четырем отдельным кривым для каждого образца.

Для исследования влияния мощности лампы на величину яркости светильника каждый светильник измерялся с лампами различной мощности с предварительной установкой одинаковой высоты светового центра для лампы каждой мощности. На основе приведенных измерений ряда основных светильников можно констатировать следующие общие выводы:

а) для оценки блескости исследование распределения яркости должно проводиться от 0 до 90° через каждые 10°;

б) максимально допустимые ошибки при измерениях яркости светильников не должны превышать 10—12%;

в) учитывая большие расхождения в яркостях по различным плоскостям измерения с достаточной для практики точностью, можно считать при постоянстве защитного угла изменение яркости светильников одного и того же типа с лампами разной мощности пропорционально световому потоку лампы;

г) большинство исследованных светильников при установке ламп соответствующей мощности не удовлетворяют гарантийным данным величины защитного угла.

Графическое изображение распределения яркостей светильника в пространстве можно представить в виде продольной яркости в полярной системе координат с логарифмической шкалой (рис. 2). Пользуясь полученными продольными кривыми яркости и имеющимися кривыми силы света, без труда можно определить характеристики блескости, на основе которых строятся продольные кривые блескости для каждого исследованного светильника (рис. 3).

Построенные таким образом кривые блескости позволяют подсчитать яркость эквивалентного засвета, создаваемого одним или несколькими светильниками, расположенными в поле зрения, если известно расположение светильников относительно глаза.

Для облегчения этого расчета можно просчитать и построить для каждого типа светильника изостильбы [9]) яркости эквивалентного засвета (рис. 4).

Приведенные на рис. 4 изостильбы подсчитаны для высоты подвеса светильника над уровнем глаза $H = 1$ м. При условии подвеса светильника на высоте H над уровнем глаза пересчет масштаба изостильбов производится пропорционально высоте подвеса. В этом случае масштаб изостильбов будет

$$M_H = \frac{1}{K \cdot H}, \qquad (7)$$

где

$\frac{1}{K}$ — масштаб изостильбов для высоты подвеса 1 м. Значение

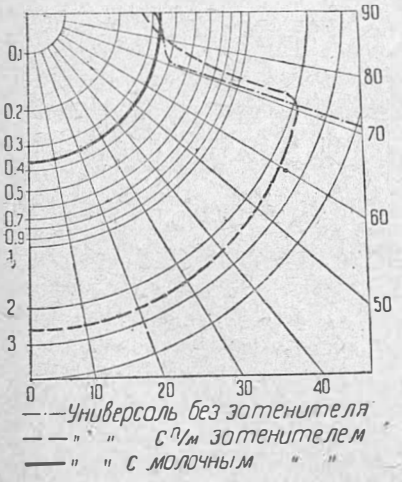

Рис. 2. Кривые яркости светильника „Универсаль"

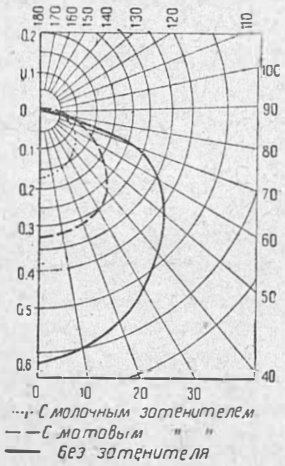

Рис. 3. Кривые блескости светильника „Универсаль"

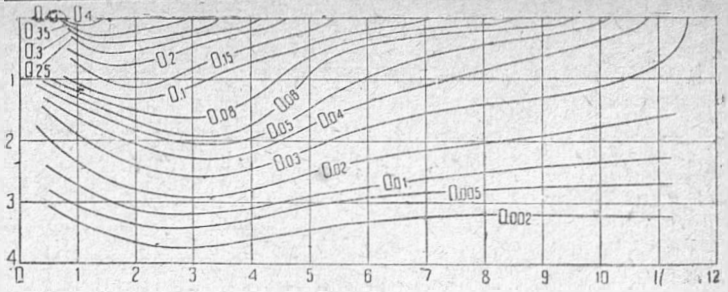

Рис. 4. Изостильбы яркости эквивалентного засвета светильника „Универсаль" с полуматовым затенителем, высота подвеса 1 а

каждого изостильба уменьшится обратно пропорционально квадрату высоты подвеса:

$$\beta_H = \beta_{H=1} \cdot \frac{1}{H^2}. \qquad (8)$$

Пользование изостильбами яркости эквивалентного засвета сводится к наложению кальки с изостильбами на план цеха с нанесенными светильниками (при наложении центр изостильбов должен совмещаться с точкой, в которой определяется яркость эквивалентного засвета). По наложенным изостильбам методом интерполяции определяется значение яркости эквивалентного засвета от каждого светильника. Общее значение яркости эквивалентного засвета определяется суммированием полученных результатов для каждого светильника. На основании приведенных выводов работы расмотрим различные варианты правил ограничения слепимости.

а) Правила ограничения слепимости по немецкому осветильному кодексу нормируют зону защиты нити лампы и допустимую яркость этой зоны в зависимости от системы освещения. Для ограничения слепящего действия осветительных установок необходимо придерживаться следующих величин яркостей светильников:

1) установки местного освещения в зоне от 75 до 180° не выше 0,2 сб;

2) установки общего освещения в зоне от 30 до 80° не выше 0,3 сб;

3) установки наружного освещения в зоне от 60 до 90° не выше 2 сб.

Принятый принцип нормирования в этих правилах обладает целым рядом дефектов, из которых основными необходимо считать следующие:

1. Отсутствие учета влияния высоты подвеса светильника, что совершенно не ограничивает периферической слепимости.

2. Абсолютная нереальность пункта правил, относящегося к светильникам общего освещения, и экономическая необоснованность пункта наружного освещения.

Считаясь с тем, что для наиболее распространенных светильников яркость внутренней стенки эмалированных отражателей при мощности ламп 500 вт достигает $B \approx 1{,}9$ сб [11]), для светильников прямого света общего освещения на основе правил немецкого кодекса можно применить лампы мощностью не более 100—150 вт даже при условии требования защитного угла не менее 60°, что безусловно нереально в практических условиях.

Требование защитного угла 30° для светильников наружного освещения в большинстве случаев экономикой не подтверждается.

3. Отсутствие учета силы света светильника, что ни с какой стороны объяснить нельзя, так как сила света по направлению к глазу является одним из факторов, обусловливающих блескость.

4. Недостаточное ограничение блескости в установках местного освещения, что при чрезвычайно жестких правилах для светильников общего освещения ничем не обосновано.

---

[9]) Кривые равной яркости эквивалентного засвета.

[10]) L u L № 1930, стр. 535—536, „Deutsche Belenchtungstechnische Gesellschaft".

[11]) По исследованиям инж. Pohl. Наши измерения дают несколько меньшие значения.

б) Стандарт блескости американского осветительного кодекса [12]).

В качестве эталонов стандарта блескости американским осветительным кодексом рекомендуются лампы различной мощности, заключенные в матовые шары диаметром в 6 дюймов, причем для максимальных степеней блескости служат готовые матовые лампы. Вся шкала блескости по американскому кодексу разбивается на 11 классов. Определение блескости любого светильника производится сравнением на-глаз с эталонами, причем для облегчения проектировщиков из кодекса приводится примерная разбивка различных типов светильников по отдельным классам блескости.

Правила ограничения слепимости американского кодекса сводятся к таблице, указывающей, допустимые классы блескости в зависимости от высоты подвеса светильника, рода работы и размеров помещения.

Анализируя эти правила, необходимо отметить целый ряд их преимуществ по сравнению с правилами немецкого кодекса:

1) учет высоты подвеса при выборе допустимой степени блескости;

2) правильная методика классификации блескости с учетом яркости и силы света,

3) косвенный учет яркости поля адаптации (разбивка на отдельные группы рабочих операций в окончательной таблице ограничения слепимости);

4) учет размера помещения.

Однако, несмотря на абсолютно правильную структуру американского стандарта блескости и таблицы ограничения слепимости, и в американском кодексе встречаются некоторые дефекты, основными из которых нужно считать следующие:

1) при окончательном выборе высоты подвеса учитывается слепящее действие только одного светильника, в то время как слепимость зависит от суммарного действия блеских источников;

2) применяемые на практике светильники по характеру распределения блескости в большинстве случаев значительно сложнее матовых шаров, принятых в качестве эталонов блескости. Вследствие этого определение степени блескости светильника может быть недостаточно точно;

3) непостоянство кратности блескости между смежными эталонами: подсчет блескости каждого эталона показывает, что отношение блескости соседних эталонов по всей шкале блескости изменяется в пределах от 1,4 до 3,4, причем никакой закономерности в изменении этого отношения не наблюдается.

4) чрезмерно большие блескости, допускаемые в поле зрения.

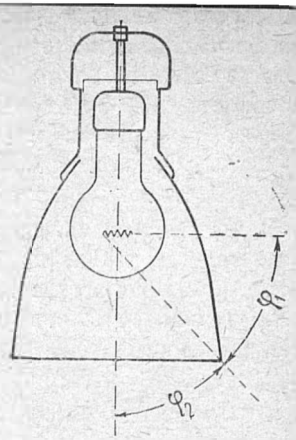

Рис. 6

в) Правила ограничения слепимости НКТ.

Подсчитывая для каждого пункта правил ограничения слепимости (§ 11 правил искусственного освещения промпредприятий) величину яркости эквивалентного засвета, устанавливаем следующие недостатки:

1) указанные в правилах минимально допустимые высоты подвеса не гарантируют одинаковых условий слепимости, что объясняется произвольным выбором допустимых высот подвеса;

2) в правилах совершенно не учитывается мощность ламп, при изменении которой в значительной степени меняется блескость;

3) нормированные величины защитных углов выбраны произвольно;

4) в правилах, так же как и в остальных, учитывается действие одного светильника.

Общим недастатком всех разобранных в предыдущем параграфе правил ограничения слепимости является недоучет суммарного действия всех светильников.

Для установления методики учета суммарного действия всех светильников в помещении подсчитываем изменение яркости эквивалентного засвета при изменении длины помещения и постоянстве высоты подвеса. Для упрощения решения этого вопроса предполагаем постоянство блескости светильников по всем направлениям пространства $G = \text{const}$ (практически этому предположению соответствуют голые лампы, молочные и матовые шары, для которых с достаточной точностью можно считать постоянными силу света и яркость по всем направлениям). Подсчет величины яркости эквивалентного засвета в этом случае сводится к подсчету $\Sigma \frac{\cos\theta}{L^2 \theta^2}$. Для исключения из подсчетов абсолютных значений блескости светильника величину яркости эквивалентного засвета подсчитываем в процентах от максимального значения $\beta_{max} = 100\%$, получающуюся при максимальном значении отношения длины помещения к высоте подвеса светильника под уровнем глаза — $\frac{L}{H}$. Полученные результаты просчета для различных вариантов расстояния между светильниками — l — приведены в кривых $\beta\% = f\left(\frac{L}{H}\right)$ при $\frac{l}{H}$ -const (рис. 5), из которых можно видеть, что процентная величина яркости эквивалентного засвета меняется пропорционально изменению длины помещения, т. е. пропорционально увеличению числа светильников по длине помещения.

Математически выражение кривых $\beta\% = f\left(\frac{L}{H}\right)$ может быт представлено в следующем виде:

$$\beta = K\left(\frac{L}{H} - b\right),$$

где K и b — постоянные, зависящие от абсолютного значения блескости светильника и отношения расстояния между светильниками к высоте подвеса над уровнем глаза.

Полученные выводы правильны только в тех случаях, когда блескость светильника постоянна по всем направлениям пространства; действительные же светильники в большинстве слу-

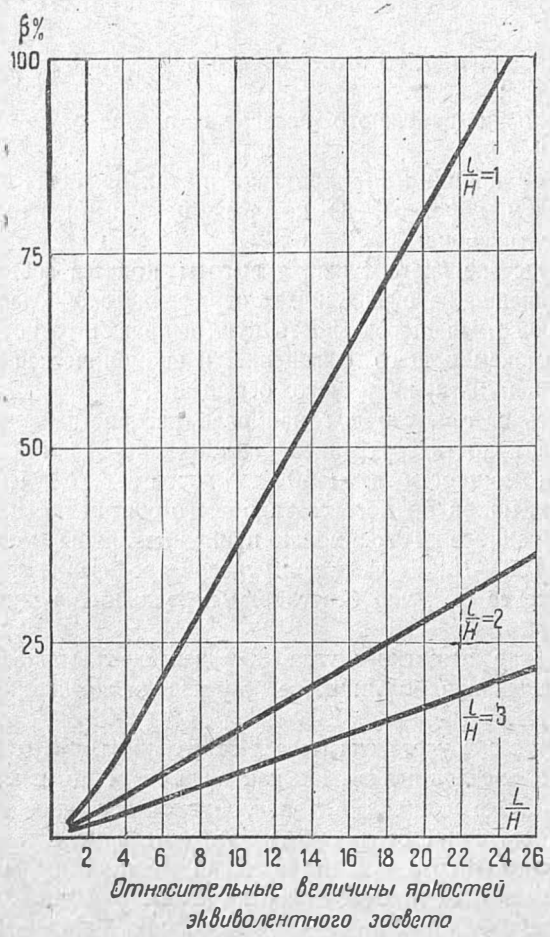

Рис. 5. Относительные величины яркостей эквивалентного тока

[12]) Transactions of the Illuminating Engineering Society, № 5, 1928.

чаев состоят из двух зон, для которых приближенно можно считать блескость постоянной (рис. 6).

Для светильника, имеющего две зоны, величина относительной яркости эквивалентного засвета определился уравнением

$$\beta = K_1\left(\frac{L}{H} - \operatorname{ctg}\varphi_1\right) + K_2\left(\operatorname{ctg}\varphi_1 - b\right), \qquad (10)$$

где K_1 и K_2 — постоянные коэфициенты, характеризующие блескости первой и второй зоны и размещение светильников; φ_1 — величина первой зоны (защитный угол); L — длина помещения; H — высота подвеса светильника над уровнем глаза.

Одинаковые условия слепимости для двух светильников будут гарантированы в том случае, когда квадраты высот подвесов будут относиться обратно пропорционально соответствующим величинам яркостей эквивалентных засветов, т. е. когда будет иметь место следующее соотношение:

$$\frac{H_1}{H_2} = \sqrt{\frac{\beta_2}{\beta_1}}. \qquad (11)$$

Принимая за основу нормирования высоты подвеса светильников приведенный в правилах искуственного освещения минимально допустимый предел высоты подвеса для светильника „Универсаль с молочным затенителем" (для разрядов 0, I и II $H = 1{,}7\ B$) и для остальных разрядов $H = 1{,}3$ и считая эту высоту для светильника с лампой мощностью 200 вт при длине помещения, в 15 раз превышающей высоту подвеса, на основе уравнения (11) сможем подсчитать высоту для любого светильника, пользуясь здесь следующими уравнениями:

Для разрядов 0, I и II

$$H = 1{,}7\sqrt{\frac{\beta}{\beta_{у.м.з.}}}, \qquad (12)$$

для остальных разрядов

$$H = 1{,}3\sqrt{\frac{\beta}{\beta_{у.м.з.}}}, \qquad (13)$$

или принимая $\beta_{у.м.з.}$ за единицу и подсчитывая для всех остальных светильников величины осносительной яркости эквивалентного засвета в долях $\beta_{у.м.з.}$, получим:

Для разрядов 0, I и II

$$H = 1{,}7\sqrt{\beta} \qquad (12_1)$$

для остальных разрядов

$$H = 1{,}3\sqrt{\beta}. \qquad (13_1)$$

Величины коэфициентов K для подсчета по формуле (10) величины β, приведенной к яркости эквивалентного засвета, создаваемой светильником „Универсаль с молочным затенителем и лампой 200 вт", приведены в таблице.

Величина коэфициента в среднем может быть принята равной единице.

Определяя постоянные коэфициенты уравнения (10), мы имеем возможность подсчитать величину яркости эквивалентного засвета для каждого светильника и этим определить для него минимально допустимую высоту подвеса [уравнения (12) и (13)]. Указанная методика нормирования высоты подвеса светильников предусматривает только лишь ограничения периферической слепимости при направлении линии зрения по горизонтали; для ограничения же центральной слепимости, возникающей при случайном взгляде на светильник, необходимо дополнительно указать минимально допустимые высоты подвеса, расположение светильников ниже которых недопустимо даже в тех случаях, когда для ограничения периферической слепимости можно допустить меньшую высоту подвеса.

Таблица 1

Таблица коэфициентов K для определения яркости эквивалентного засвета

Тип защиты \ Мощность лампы вт	1 000	750	500	400	300	200	150	100
Голая лампа	0,973	0,747	0,595	0,545	0,515	0,456	0,429	0,379
Лампа с матированной колбой	0,945	0,725	0,54	0,483	0,435	0,357	0,315	0,252
Матовый рассеиватель	0,783	0,595	0,413	0,369	0,326	0,262	0,228	0,177
Молочный рассеиватель	0,45	0,316	0,215	0,187	0,159	0,117	0,092	0,06
Эмалированный отражатель	0,252	0,176	0,117	0,0995	0,0805	0,06	0,042	0,022

Таблица 2

Таблица минимально допустимых подвесов светильников над полом в метрах для ограничения центральной слепимости

Тип светильника \ Мощность лампы вт	1 000	750	500	400	300	200	150	100
Эмалированный отражатель с защитным углом не менее 25°	6	5,3	4,5	4,2	3,8	3,3	3,0	2,7
Эмалированный отражатель с матовой лампой, защитный угол не менее 150°	6	5,3	4,5	4,1	3,6	3,1	2,8	2,5
Матовый рассеиватель	5,75	5	4,2	3,8	3,4	2,9	2,7	2,4
Молочный рассеиватель	5,0	4,25	3,5	3,2	2,9	2,5	2,25	2

Пример. Определить минимально допустимую высоту подвеса светильника „Универсаль с немолочным затенителем" в помещении длиной 30 м и высотой 5 м. Мощность лампы 300 вт. Работа разряда I.

Подсчитывая величину β по формуле (10), получаем при

$$\frac{L}{H} = \frac{3{,}0}{3{,}5} = 8{,}6\ \varphi_1 = 14^\circ \text{ и } \operatorname{ctg} 14^\circ = 4$$

$$\beta = 0{,}0805\,(8{,}6 - 4) + 0{,}326 \cdot 3 \approx 1{,}35,$$

$$K_1 = 0{,}0850, \quad K_2 = 0{,}326,$$

$$H = 1{,}7\sqrt{1{,}35} \approx 2{,}0 \text{ м}.$$

Высота светильника над полом $H_0 = 3{,}5$ м. Проверяя полученную величину по табл. 2, считаем ее допустимой.

В заключение выражаю благодарность проф. С. В. Кравкову за неизменный интерес к работе и ряд ценных советов и моим помощникам Н. Б. Брюлловой, Е. Г. Бубневой и А. С. Голубкину, проводившим непосредственно все испытания.

22/II 1934 г

[13]) Высота указана над уровнем глаза, считая высоту человека в среднем 1,5 м.