

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОСВЕЩЕННОСТЬ В ОЦЕНКЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ

Е.М. ЗАВЬЯЛОВ канд. техн. наук, доц.

Магнитогорская государственная горно-металлургическая академия

В реальных условиях работы глаза человека яркость обозреваемых участков поля зрения неодинакова. Распределение яркости определяется не только различием коэффициентов отражения и коэффициентов яркости ее отдельных участков, но и падением и распределением световых потоков по освещаемым плоскостям. Учет этих факторов усложняет определение значения яркости. Поэтому, для простоты расчетов площадей и количества источников света, в современных нормах приводятся величины требуемой освещенности в зависимости от контраста объекта различения с фоном и от его наименьшего размера.

Изучению влияния различных компонентов освещения на зрительную работу посвящено большое количество исследований. Не вдаваясь в подробный анализ их, отмечаем, что все работы сводятся к 4 основным направлениям:

1. Определение видимости (учитывающей контрастную чувствительность и остроту зрения);
2. Определение наивыгоднейших осветительных условий (учитывают технико-экономические показатели осветительных установок);
3. Определение зрительной работоспособности с помощью скорости и вероятности различения;
4. Определение зрительной работоспособности и утомления.

Во всех выше перечисленных направлениях необходимо всегда учитывать особенности производства, включающие помимо физических параметров объектов наблюдения еще и зрительные задачи производственного процесса.

На основе анализа зрительных работ, проведенного совместно с учеными ОАО «НИИ метиза» и лаборатории НОТ МММЗ, было выявлено, что наиболее трудоемкими, по зрительной работе, процессами изготовления метизов является технология производства тканой сетки. По результатам проведенных натурных исследований и данным лаборатории сеток ОАО «НИИ метиза» были определены наиболее часто встречающиеся их дефекты.

Правильность переплетения и наличие дефектов сетки периодически проверяются визуально (для плотных сеток – с применением ткацких луп) по ее поверхности площадью, в среднем, $0,2 - 0,4 \text{ м}^2$ (зависит от типа сетки). На условия видимости формы и размеров ячеек, а так же их дефектов будут влиять следующие условия:

- контраст между объектом различения и фоном (проволокой и сеткой);
- цвет объекта различения и фона и их цветовой контраст;
- распределение освещенности и яркости различно ориентированных участков объекта различения;
- глубина отбрасываемой проволокой тени и ее резкость.

Влияние этих факторов не может быть оценено при помощи горизонтальной освещенности, т. к. она представляет собой лишь достаточность освещения, что еще не означает хорошее и является двумерной характеристикой световой среды. Но нужна еще и пригодность освещения, т.е. качество. Его охарактеризовать можно только с использованием пространственных характеристик светового поля (п.х.с.п.). Контрастность, тенеобразование и распределение освещенности можно оценить следующими показателями: средней сферической освещенностью - $E_{4\pi}$, модулем светового вектора - $|\vec{E}|$ (его направлением: угловой высотой - θ и азимутом - β), а также контрастностью освещения, определяемой отношением $m_{4\pi} = |\vec{E}| / E_{4\pi}$.

В этом случае, на зрительную работоспособность металлочкачей непосредственно будут влиять четыре фактора оценки качественной и количественной сторон освещения:

$$Z = f(E_{4\pi}, m, \beta, \theta)$$

Исследования этих факторов целесообразно построить на основе теории планирования эксперимента, предварительно определив интересующие нас области их значений. Пилотажные исследования п.х.с.п. на рабочих местах металлочкачей, при помощи светотехнических приборов, позволили определить верхние и нижние уровни исследований: азимут светового вектора - $\beta = 30^0 - 330^0$; угловая высота - $\theta = 10^0 - 90^0$; уровень средней сферической освещенности - $E_{4\pi} = 120 - 290$ лк; контрастность освещения - $m = 1,5 - 2,0$.

Психофизические исследования основывались на субъективных оценках испытуемых, входящих в экспертную группу. Для достоверности получения экспериментальных данных было определено необходимое количество участников эксперимента [1]:

$$n = (t_z / z^2) + 3 = 15,6 \approx 16 \text{ человек,}$$

где $t_z = 1,96$ – нормированное отклонение для 5 % уровня значимости; $z = 0,552$ – вспомогательная величина для оценки величин коэффициента корреляции (определяется по таблицам).

Испытуемые были женского пола из числа рабочих - металлочкачей в возрасте от 20 до 50 лет и все они не имели нарушения зрения.

В качестве опытного рабочего места в цехе был выбран участок с расположенным на нем металлочкачким станком. Рабочее место, помимо общего искусственного освещения, было снабжено осветительной установкой в виде светильника на гибкой гофрированной стойке с лампами ЛДУ-40 и закрепленным на нем защитным козырьком.

В виде тест - объекта нами были разработаны два вида прямоугольных рамок с жестко натянутой на них сеткой из проволоки диаметром 0,25 и 0,32 мм. Номинальный размер стороны ячейки сетки, в свету равен,

соответственно, 0,63 и 1,2 мм. Из наиболее часто встречающихся дефектов ткачества сеток, согласно ГОСТ 3826-82, были отобраны наиболее характерные: слабина (змейка), галочка, скрутки, петли, отскоки, обрыв и пропуск утка. Дефекты можно предупредить при хорошей наладке станка и внимательной работе ткача.

Учитывая рекомендации К.В. Бардина [2] (количество предъявлений должно быть не менее 20) и производственные условия, количество тест-объектов для каждого типа сеток доведено до 24. Из них 12 – с дефектами (производственный брак), а остальные 12 – без дефектов, т.е. удовлетворяющие требованиям ГОСТ Качество предъявленных тест-объектов в каждой серии эксперимента оценивали. по двукатегорийной системе ответов «годный - «брак». Результаты регистрировались в специальных картах. Зрительная работоспособность оценивалась при помощи критерия Вестона [3], которым учитывается быстрота выполнения работы (производительность труда) и ее качество:

$$\eta = N / T \times n' / n$$

где N – общее количество моделей, шт; T – время просмотра, с; n' – количество правильных ответов, шт; n – то же, неправильных, шт.

Исследования проводились в 2 этапа (время проведения с 19⁰⁰ до 22³⁰ час.):

1. Психофизический эксперимент по определению требуемых значений п.х.с.п. (применение метода шкалирования).

2. Психологический метод постоянных раздражителей с применением математической теории планирования эксперимента (использование Ротатабельного планирования второго порядка).

Первый этап предусматривал решение двух задач. Решение первой задачи заключалось в определении оптимальных диапазонов β и θ в исследуемых интервалах, при этом значения средней сферической освещенности и контрастности освещения, по возможности, поддерживались

постоянными в середине исследуемого диапазона – 365 лк и 1,75. Решение второй задачи - определение оптимальных диапазонов средней сферической освещенности и контрастности освещения при средних значениях найденных интервалов β и θ . В это время проводили дополнительные вариации изменения условий освещения, влияющие на $E_{4л}$ и m , добиваясь таких комбинаций общего и местного освещения, которые позволяли изменять значения одного параметра не меняя другого.

В результате проведения этого этапа нами определены верхние и нижние значения параметров п.х.с.п. для 2-х типов сеток (индексы: 1 – сетка С-0,32; 2 – сетка С-0,25):

- азимут светового вектора — $\beta_1 = 80^\circ - 140^\circ$; $\beta_2 = 90^\circ - 150^\circ$;
- угловая высота светового вектора — $\theta_1 = 45^\circ - 73^\circ$; $\theta_2 = 35^\circ - 70^\circ$;
- средняя сферическая освещенность
(для 2-х типов сеток) — $E_{4л} = 240 - 290$ лк;
- контрастность освещения — $m_1 = 1,66 - 1,84$; $m_2 = 1,69 - 1,89$.

Второй этап исследований, как и первый, состоял из двух частей. В эксперименте участвовало 6 человек из числа испытуемых первого этапа. В первой части определяли влияние угловых параметров светового вектора (β и θ) на зрительную работоспособность при постоянных значениях $E_{4л}$ и m , равных средним значениям интервалов, найденных на первом этапе исследований.

Первоначально, применяя методику планирования эксперимента, мы реализовали планы полных факторных экспериментов, а убедившись в неадекватности линейной модели, пришлось эти планы дорабатывать для получения модели второго порядка. Исследования строились в соответствии с двухфакторным планом, предусматривающим варьирование каждого фактора на двух уровнях.

Обработка результатов эксперимента проводилась согласно рекомендациям [4] - распределение результатов отдельных наблюдений подчинялось закону нормального распределения.

Вторая часть 2-го этапа исследований заключалась в определении оптимальных параметров средней сферической освещенности и контрастности освещения при установленных значениях угловых параметров светового вектора.

Статистический анализ результатов психофизического эксперимента на одном из действующих производств МММЗ позволил определить оптимальные значения качественных (β , θ и m) и количественных ($E_{4\pi}$) характеристик светового поля на рабочих местах металлочкачей. Результаты их представлены в таблице.

Результаты статистического анализа психофизического эксперимента

Характеристика светового поля	Тип сетки					
	С – 0,32			С – 0,25		
	Формула перехода	Величина фактора	Результат	Формула перехода	Величина фактора	Результат
β	$110+30x_1$	0,28	118	$120+30x_3$	0,01	120
θ	$59+14x_2$	-0,06	58	$52,5+17,5x_4$	-0,21	49
$E_{4\pi}$	$265+25x_5$	-0,19	260	$265+25x_7$	0,25	271
m	$1,75+0,09x_6$	-0,06	1,76	$1,79+0,1x_8$	0,17	1,81

Из полученных данных следует, что с увеличением размеров объекта наблюдения (уменьшением разряда зрительных работ) на зрительную работоспособность существенно влияет угловая высота светового вектора и в меньшей степени – контрастность освещения. Это объясняется, прежде всего тем, что с уменьшением угловой высоты светового вектора от объекта различения больших размеров появляются падающие тени, которые ухудшают видимость объекта, сливают его с фоном, размывают его очертания.

Экспериментом установлено, что контрастность освещения более существенно влияет на зрительную работоспособность при уменьшении размеров объекта различения. Однако в перспективе нужно более глубоко разработать методику учета влияния m на показатель Z , которая позволяла бы учитывать сочетания цвета объекта различения и фона и их цветовой контраст по п.х.с.п.

Библиографический список

1. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1973. – 343 с.
2. Бардин К.В. Проблема порогов чувствительности и психофизические методы. – М.: Наука, 1976. – 396 с.
3. Weston H.C. The relation between illumination and visual efficiency: the effect of brightness contrast. Medical Research Council. – London, 1945. № 87.
4. Тихомиров В.Б. Планирование и анализ эксперимента (при проведении исследований в легкой и текстильной промышленности). – М.: Легкая индустрия, 1974. – 263 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ ВТОРИЧНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЛАСТМАСС В СТРОЙИНДУСТРИИ

А.И. ЗИМИН д-р техн. наук, проф.

Уральский государственный технический университет

Условия рыночной экономики предъявляют требования к повышению качества строительных материалов без существенного увеличения их цен.

Известные преимущества пластмасс перед другими строительными материалами (высокая механическая прочность при малой плотности, высокая коррозионная и химическая стойкости, низкая теплопроводность, хорошие диэлектрические свойства, декоративность) обусловили широкое применение