

АНАЛИЗ ПРИЧИН НЕРАВНОМЕРНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЯРКОСТИ В ПОЛЕ ЗРЕНИЯ РАБОТАЮЩИХ НА НЕКОТОРЫХ ОПЕРАЦИЯХ ЭЛЕКТРОЛАМПОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

В. Д. НИКИТИН

(Представлена научными семинарами кафедр светотехники и источников света
и охраны труда)

Яркость является светотехнической величиной, на которую непосредственно реагирует зрительный анализатор, поэтому распределение яркости в поле зрения оказывает существеннейшее воздействие на зрительную работоспособность. Считается, что зрительный комфорт обеспечивается при

$$0,3 \leq \frac{B_{\text{п}}}{B_{\text{ц}}} \leq 3,$$

где $B_{\text{п}}$ и $B_{\text{ц}}$ — соответственно, яркость периферического и центрального поля зрения.

Полная равномерность распределения яркости в поле зрения не нужна — именно разница в яркостях прежде всего делает различимыми предметы и детали, кроме того, равнояркое окружение представляется неестественным, — и невозможна, например, в силу различных коэффициентов яркости предметов, находящихся в поле зрения [1].

Процесс переадаптации с одного уровня яркости на другой почти не требует затраты времени при соотношении наименьшей и наибольшей яркостей, не превосходящем 1 : 10, поэтому неравномерность распределения яркости 1 : 10 считается вполне допустимой (однако проявляется отрицательный эффект индуктивного действия разноосвещенных участков сетчатки). Если в поле зрения имеются слишком яркие и (или) слишком темные поверхности, то распределение яркости становится резко неравномерным, зрительная работоспособность снижается из-за индуктивного действия разноосвещенных участков сетчатки и трудностей переадаптации от высоких яркостей к очень малым и наоборот.

Крайнее соотношение между яркостями любых двух точек в пределах поля зрения, которое еще допустимо по гигиеническим соображениям, равно 1 : 40.

Следствием неравномерного распределения яркости в поле зрения является зрительное утомление работающих, а в производственном отношении — снижение продуктивности труда, ухудшение качества продукции. Тем не менее, резко неравномерное распределение яркости широко распространено в ряде отраслей промышленности [2], в том числе и в электроламповой [3].

В ходе исследования условий освещения на ряде заводов по производству ламп накаливания (Томском, Ленинск-Кузнецком и др.)

Таблица 1

Наименование операции	Разряд по СНиП	Яркость, <i>нт</i>	Отношение $V_{п} : V_{ц}$				Особенности зрительной работы
			край стола	стена	пол	потолок	
Настройка спирализационных машин	I в	65	0,38	0,02	0,06	0,02 ^x	Переадаптация при пользовании микроскопом. Используется искусственный светлый фон — молочное стекло, освещаемое на просвет.
Браковка спиралей	I з + 1	195	0,11	0,03	0,02	0,005	
Настройка сварочных автоматов	II б	43	1,41	0,07	0,05 ^x	0,02	Прямая блескость и ультрафиолетовое излучение от зоны электросварки.
Браковка цоколей	III Б + 1	510	0,08	0,008	0,006	0,002 ^x	
Браковка колб	II в + 1	4000	0,002	менее 0,001			Отраженная блескость светильников ввиду значительной зеркальной составляющей коэффициента отражения цоколей. Прямая блескость от голой лампы ЛДЦ-15, на фоне которой просматриваются колбы.
Браковка миниатюрных колб	II в + 1	1000	0,01	0,003	0,003	0,001 ^x	
Монтаж тела накала	I в	115	0,43	0,03	0,02 ^x	0,01 ^x	Используется искусственный светлый фон — матовое стекло, освещаемое на просвет.

ПРИМЕЧАНИЕ. Поверхности, обозначенные звездочками, в обычных условиях в поле зрения не попадают.

было изучено распределение яркости в поле зрения занятых на некоторых зрительнонапряженных операциях. Яркость измерялась при помощи люксметра Ю-16 и последующего пересчета освещенности на яркость (для диффузно-отражающих или пропускающих поверхностей), а также тубусом-насадкой к люксметру и визуальным фотометром ВФМ-57. Приводимые в табл. 1 значения являются усредненными для всех одноименных рабочих мест при нескольких (3—5) измерениях на каждом месте. Напряжение сети во время измерений контролировалось самопишущим вольтметром.

Как показывает таблица, в большинстве случаев соотношение $V_{п} : V_{ц}$ далеко от комфортного. Кроме упоминаемых в таблице в поле зрения находились еще и другие поверхности, которые также могли выступать как дополнительный источник неравномерного распределения яркости.

Исследование показало, что основными причинами неравномерного распределения яркости в поле зрения работающих на электроламповых заводах являются:

1) источники прямой блескости (источники света и части светильников с повышенной яркостью) из-за нарушений при монтаже и эксплуатации осветительных установок;

2) недостаточный уровень освещенности, особенно от общего освещения в системе комбинированного;

3) светильники прямого света в сочетании с темными тонами стен, оборудования, особенно при наличии затенений.

Кроме того, причиной неравномерности могут быть ошибки при создании искусственных светлых фонов, отраженная блескость светильников в колбах ламп, покрытия стола и т. п., действие незанавешенных участков окон в дневное и ночное время и др.

На обследованных предприятиях освещенность большинства рабочих мест, формально имевших комбинированное освещение, создавалась почти исключительно за счет местных светильников (табл. 2). Это

Таблица 2

Наименование операции				
Настройка спирализационных машин	Настройка сварочных автоматов	Браковка цоколей	Монтаж тела накала	Браковка готовых ламп
Удельный вес освещенности от общего освещения при комбинированном освещении, %				
7,2—10,3	3,4—5,9	8,0—11,1	3,9—6,8	4,1—7,6

и служило одной из главных причин неравномерного распределения яркости в поле зрения. Вместе с тем, следует отметить, что требуемые нормами уровни освещенности почти повсеместно не выполнялись. Если низкий уровень освещенности может быть объяснен плохой эксплуатацией осветительных установок (несвоевременная чистка и замена и т. п.), то неравномерное распределение яркости объясняется принципиально иным — недостаточным вниманием к вопросам распределения яркости в поле зрения в действующих нормах искусственного освещения (СНиП-II В. в-59).

В нормах отсутствует прямая регламентация распределения яркости, вместо этого для системы комбинированного освещения, где распределение яркости заведомо неравномерно, выдвигается требование, чтобы освещенность от системы общего освещения составляла на ра-

бочих поверхностях и в прилегающих к ним зонах не менее 10% от суммарной величины освещенности в системе комбинированного освещения, но не менее 100 лк (соответственно, при лампах накаливания — не менее 30 лк). Создание освещенностей более 200 лк (при лампах накаливания — 100 лк) не требуется.

На деле это означает, что именно и требуется освещенность, равная 10% нормы для комбинированного освещения, но не менее 100 и не более 200 лк (соответственно, для ламп накаливания — 30 и 100 лк). Исключение составляет лишь освещение бесфонарных и безоконных зданий, где общее освещение должно создавать не менее 20% нормы для комбинированного освещения (для газоразрядных ламп — не менее 150 и не более 500 лк). Таким образом, нормируемая доля общего освещения оказывается функцией нормируемой освещенности, т. е. зависит от характера и условий работы.

Мы считаем в принципе оправданной зависимость требований к распределению яркости в поле зрения от точности выполняемой работы. Однако анализ этой зависимости (рис. 1 и 2) для зрительных ра-

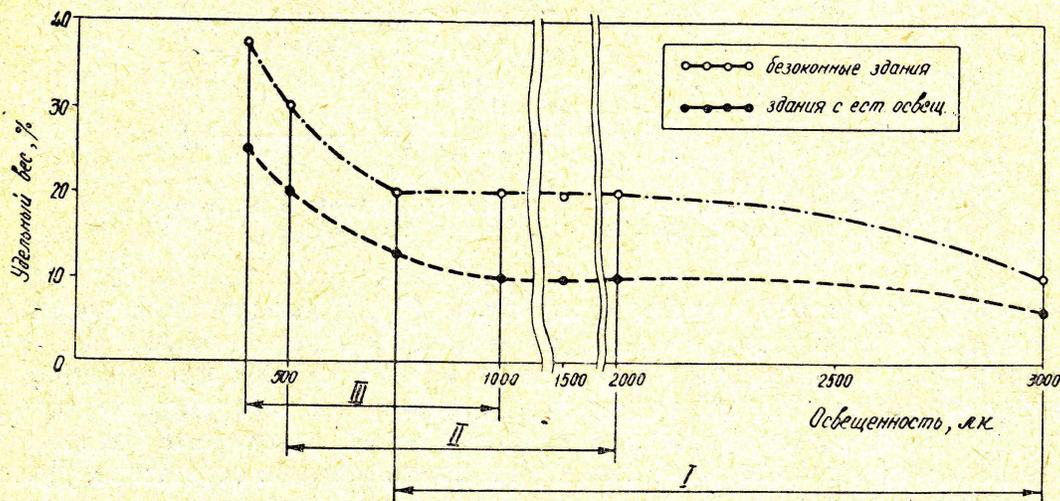


Рис. 1. Удельный вес, %, общего освещения в системе комбинированного при газоразрядных лампах

бот I, II, III разряда (соответствующих по точности наиболее распространенным операциям электроламповой промышленности), выполняемых при освещении люминесцентными лампами и лампами накаливания в зданиях с естественным светом и без него, выявил, что с увеличением точности и напряженности зрительной работы удельный вес общего освещения не возрастает, а, наоборот, уменьшается. Другими словами, с увеличением нагрузки на зрительный аппарат допускается все большая неравномерность распределения яркости в поле зрения, т. е. знак этой зависимости обратен тому, который следовало ожидать. В результате, если для работ нижней половины таблицы норм освещенности обеспечивается благоприятное или относительно благоприятное распределение яркости в поле зрения, то для более точных работ благоприятное распределение яркости затруднено, или, в ряде случаев, невыполнимо (например, при использовании светильников прямого света и низких коэффициентах отражения поверхностей в помещении).

По результатам исследования, выявившего низкие количественные и качественные показатели осветительных установок, соответствующим предприятиям были даны рекомендации произвести реконструкцию си-

стемы освещения в ряде цехов. Так, на Томском электроламповом заводе реконструкция освещения основных производственных цехов прошла в 1968—1970 гг. под руководством автора статьи. Ввиду того, что действующие нормы искусственного освещения (при комбинированной системе освещения) в целом не обеспечивают благоприятного распределения яркости в поле зрения, была разработана система «комбини-

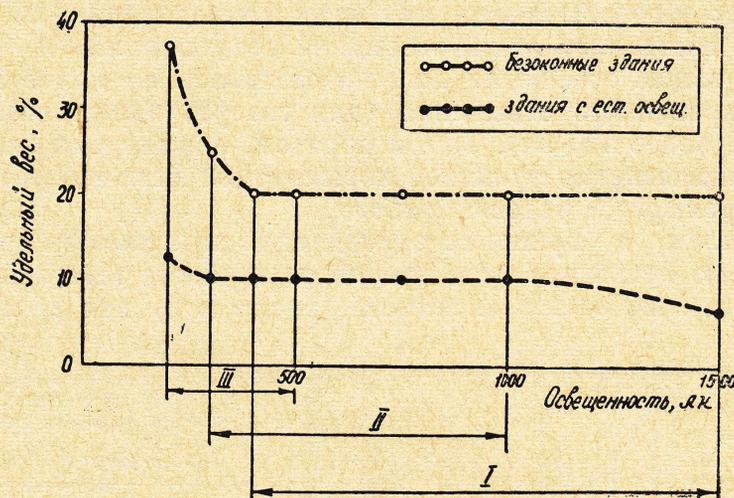


Рис. 2. Удельный вес, %, общего освещения в системе комбинированного при лампах накаливания

рованного освещения с усиленным общим» [4]. Последняя представляет компромисс между стремлением создавать освещенность рабочей поверхности и примыкающей к ней зоны только от общего освещения, ввиду оптимума функций зрения при равномерном распределении яркости, и необходимостью, вызванной спецификой зрительной работы и (или) экономическими соображениями, иметь местное освещение. Долю общего освещения в системе «комбинированного освещения с усиленным общим» целесообразно брать такой, чтобы покрыть интервал наиболее существенного прироста зрительных функций при увеличении удельного веса общего освещения в системе комбинированного.

Проверка на экспериментальных осветительных установках в электроламповой промышленности [5, 6] показала, что система усиленного общего освещения в комбинации с решающим специфические задачи местным освещением

- равноценна в смысле энергозатрат системе одного общего и обычного комбинированного освещения;
- превосходит их в светотехническом и гигиеническом отношениях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. В. Волоцкой, Г. М. Кнорринг, М. С. Рябов и А. С. Шайкевич. Электрическое освещение производственных и гражданских зданий. Изд. «Энергия», М.—Л., 1964.
2. Э. Л. Котова. Гигиеническое значение распределения яркостей в поле зрения работающих. В сб. Освещение промышленных предприятий и работоспособность человека. Л., 1968.
3. В. Д. Никитин. Опыт реконструкции системы освещения цеха. Изв. ТПИ, том 210 (в печати).
4. В. Д. Никитин. Система комбинированного освещения с усиленным общим как фактор повышения производительности труда. Материалы межотраслевой научно-практической конференции. Томск, 1969.
5. В. Д. Никитин. Информационные листки Томского ЦНТИ, № 29, 1969 и № 37 (67), 1970.
6. В. Д. Никитин. Совершенствование освещения на участке контроля тел накала на Томском электроламповом заводе. Изв. ТПИ, том 223 (в печати).