

Исследование возможности применения электролюминесцентного экрана в целях освещения

Один из известных недостатков современных светодиодных источников света — узкая пространственная направленность оптического излучения. Решением данной проблемы может стать применение источников оптического излучения с распределенной излучающей областью. Требуемыми качествами обладают электролюминесцентные экраны, в частности экраны с большим количеством и малыми размерами пикселей. В статье описана попытка рассмотрения электролюминесцентного экрана не как средства отображения информации, а как средства освещения. Для этой цели был проведен замер ряда электрических и световых характеристик демонстрационного варианта электролюминесцентного экрана и выполнен их анализ.

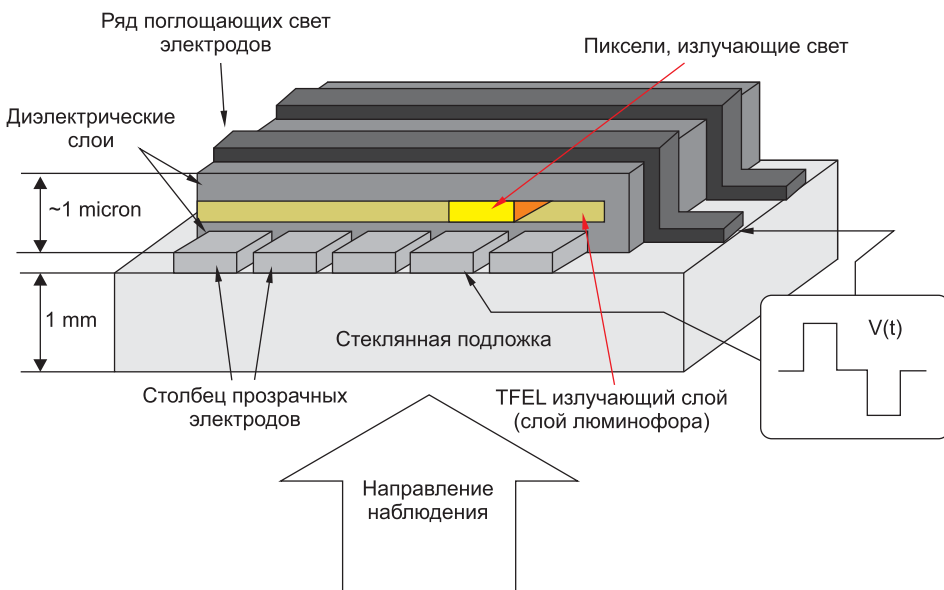


Рис. 1. Структура экрана

В исследовании использовался демо-вариант электролюминесцентного экрана, изготовленного методом атомно-слоевого осаждения, который является составной частью тонкопленочного электролюминесцентного дисплея типа EL512.256 производства фирмы BENEQ. Дисплей состоит из собственно экрана и блока питания (управления). Основные эксплуатационные характеристики дисплея, его особенности и преимущества отражены в [1].

Данный экран представляет собой лист безнатриевого стекла, на который последовательно нанесены (рис. 1):

- слой диэлектрика (Al_2O_3);
- сетка оптически прозрачных электродов;
- слой диэлектрика (Al_2O_3);
- излучающий слой;
- диэлектрический слой (Al_2O_3);
- слой поглощающих свет электродов;
- диэлектрический слой (Al_2O_3);
- укрепляющий слой.

Два последних слоя на рисунке не представлены.

Экран будет представлять собой источник однородно распределенного по его поверхности оптического излучения в том случае, когда задействованы все пиксели. Этого можно добиться, например подавая напряжение непосредственно на каждый из выходов шлейфа экрана, минуя блок управления. Именно этот случай рассмотрен в работе. В описываемой ситуации, в зависимости от способа подачи напряжения в фиксированном диапазоне напряжений, можно добиться максимальной интенсивности оптического излучения.

Для подачи напряжения на экран и снятия его характеристик ко всем электрическим шлейфам экрана были припаяны выводы. Каждый из выводов переключает все выходы соответствующего шлейфа (рис. 2).

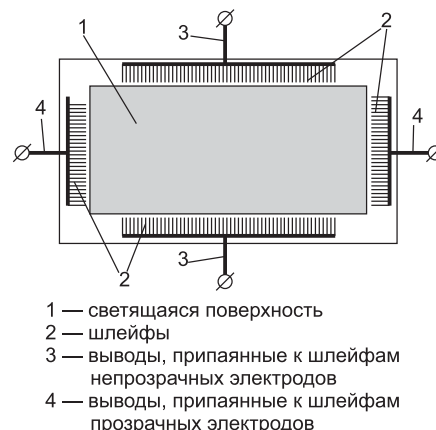


Рис. 2. Схематическое изображение экрана



Рис. 3. Внешний вид светящегося экрана

Как показано на рис. 1, электроды экрана подразделяются на оптически прозрачные и поглощающие свет, причем первые расположены относительно слоя люминофора ближе к наблюдателю, вторые — дальше. На рис. 2 цифрами обозначены пары выводов, припаянных к шлейфам соответствующих электродов.

Таким образом, при подаче напряжения на любые два вывода оказывается засвеченной каждая линейка пикселей экрана. Возможны три способа подачи напряжения:

- на один вывод, припаянный к шлейфу прозрачных, и на один, припаянный к шлейфу непрозрачных электродов (далее в тексте — «напряжение приложено к прозрачным и непрозрачным электродам»);
- на выводы, припаянные к шлейфам непрозрачных электродов (далее — «напряжение приложено к непрозрачным электродам»);
- на выводы, припаянные к шлейфам прозрачных электродов (далее — «напряжение приложено к прозрачным электродам»).

Таблица 1. Измеренные значения электрических и световых параметров экрана при приложении напряжения к прозрачным и непрозрачным электродам

U, В	I, mA	P, Вт	cos φ	L, кд/м ²
100	7,8	0,06	0,076	2,01
110	9,9	0,23	0,213	9,02
120	12,1	0,4	0,277	15,8
130	14,6	0,59	0,309	21,65
140	17,3	0,8	0,328	27,37
150	20	1,03	0,342	32,47
160	23,1	1,29	0,35	37,4
170	25,5	1,55	0,352	40,74
180	28,5	1,78	0,347	43,29
190	31,3	2,04	0,343	46,15
200	33,9	2,31	0,34	48,7
210	36,8	2,63	0,34	50,93
220	39,9	3,05	0,347	53,64
230	42,8	3,48	0,357	56,98

В исследовании были реализованы все перечисленные способы приложения напряжения.

В исследовании была предпринята попытка рассмотреть работу экрана в неоптимальных условиях. В частности, экран питается напряжением синусоидальной формы, а не последовательностью разнополярных импульсов. Частота колебаний сигнала выбирается сетевой: $f = 50$ Гц, что существенно ниже оптимальной частоты $f = 400$ Гц. Это делается для того, чтобы в определенном смысле поставить в одинаковые условия изучаемый экран с другими источниками оптического излучения, по прямому назначению используемыми как источники освещения, питающиеся от сети электроснабжения 220 В или от близких к сетевому напряжений, и по результатам исследования сделать выводы о возможности применения экрана в качестве источника освещения.

Таблица 2. Измеренные значения электрических и световых параметров экрана при приложении напряжения к непрозрачным электродам

U, В	I, mA	P, Вт	cos φ	L, кд/м ²
180	10,5	0,06	0,037	0,97
190	11,2	0,11	0,053	2,12
200	12	0,22	0,089	5,46
210	13,3	0,44	0,156	14,56
220	15,1	0,81	0,242	32,15
230	17,5	1,21	0,3	48,7

Таблица 3. Измеренные значения электрических и световых параметров экрана при приложении напряжения к прозрачным электродам

U, В	I, mA	P, Вт	cos φ	L, кд/м ²
180	10,5	0,06	0,034	0,93
190	11,2	0,1	0,052	1,95
200	12,1	0,21	0,089	5,57
210	13,2	0,42	0,147	13,88
220	14,8	0,76	0,23	29,13
230	17,3	1,19	0,296	47,11

Во всех трех случаях выбор питающего напряжения определялся: со стороны нижней границы — началом засветки экрана, со стороны верхней границы — значениями, близкими к сетевому напряжению. В случае, когда напряжение приложено к прозрачным и непрозрачным электродам, экран начинал засвечиваться при 100 В, в других случаях — при 180 В. Поскольку сетевое напряжение имеет определенный разброс, разумным видится выбор верхней границы напряжения, несколько большего, чем номинальное сетевое, в частности, 230 В.

Показания приборов для всех трех случаев приложения напряжения отражены в таблицах 1, 2 и 3 соответственно.

Обобщенные измеренные и полученные расчетные характеристики отражены на рис. 4–9. Индексы величин (1, 2, 3) на ри-

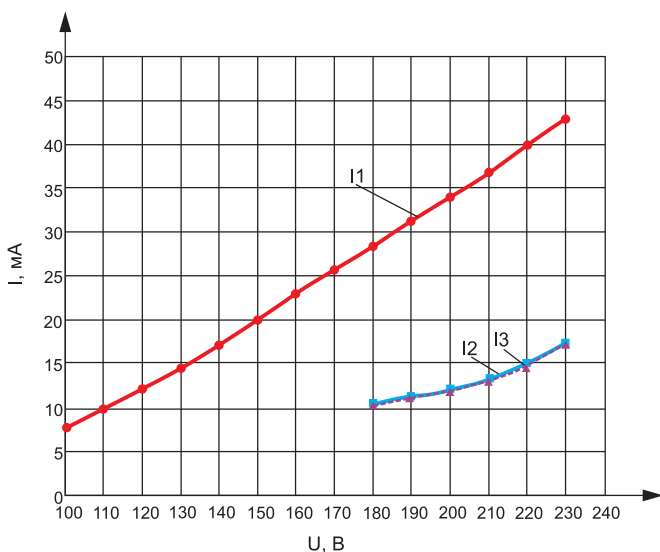


Рис. 4. Семейство ВАХ

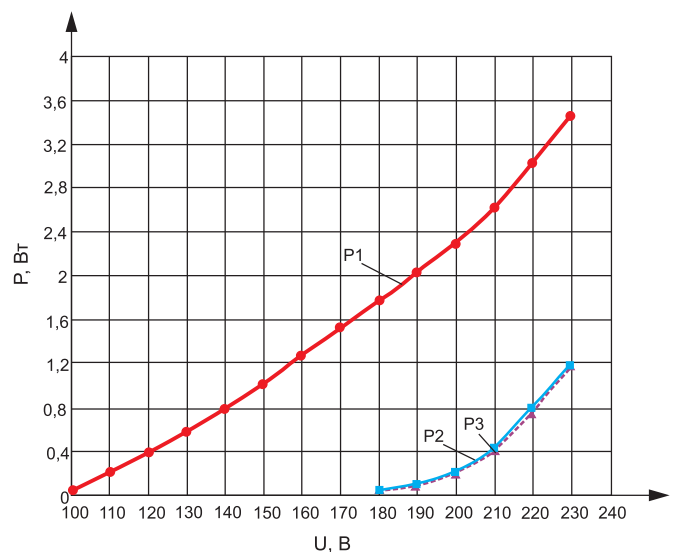


Рис. 5. Семейство вольт-ваттных характеристик

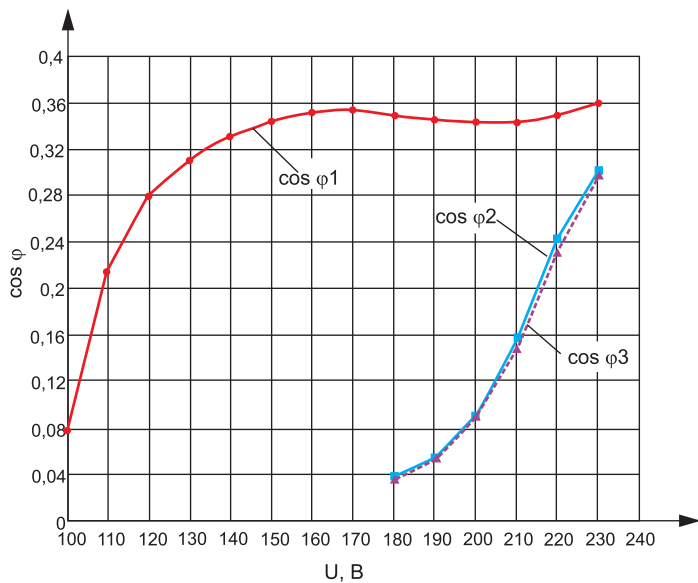


Рис. 6. Семейство зависимостей коэффициента мощности от напряжения

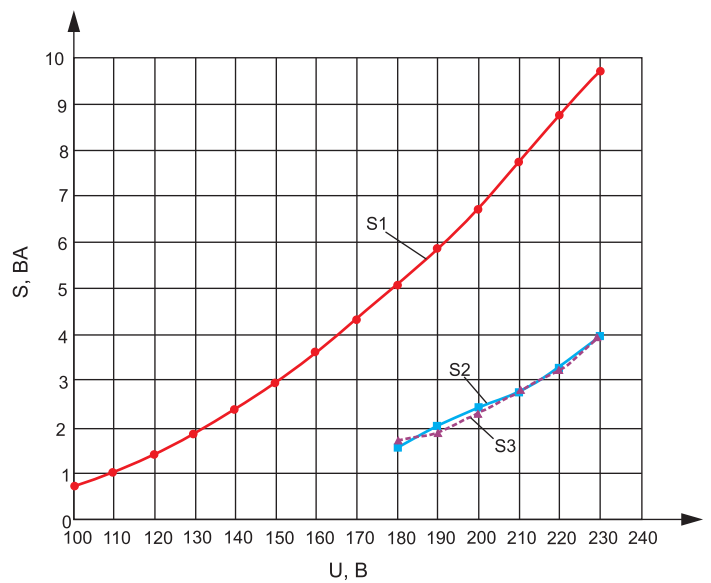


Рис. 7. Семейство зависимостей полных мощностей от напряжения

сунках соответствуют номерам способов подачи напряжения, указанным выше.

Полная мощность S (рис. 7) рассчитывается по формуле $S = P / \cos \varphi$.

Характерной особенностью почти всех зависимостей, кроме зависимости яркости от тока (рис. 9), является то, что кривые для случаев только прозрачных или только непрозрачных электродов лежат правее и ниже соответствующих кривых для случая, когда напряжение приложено к прозрачным и непрозрачным электродам. Иными словами, при одинаковых приложенных напряжениях потребляемый ток и, как следствие, потребляемые активная и полная мощности, а также интенсивность излучения выше

для случая, когда напряжение прикладывается к прозрачным и непрозрачным электродам, нежели только к прозрачным или только непрозрачным (рис. 4, 5, 7, 8). Очевидно, это обусловлено тем, что в случае приложения напряжения к прозрачным и непрозрачным электродам ток проходит через весь слой люминофора, возбуждая максимальное количество центров свечения. В случае же приложения напряжения только к прозрачным или только к непрозрачным электродам возбуждается лишь та часть слоя люминофора, которая прилегает к соответствующим электродам, при этом необходимо затратить большую энергию (приложить большее напряжение).

Одной из наиболее важных особенностей, характерной для всех зависимостей, представленных на рис. 4–9, является совпадение характеристик при приложении напряжения только к непрозрачным или только к прозрачным электродам. Это означает, что возбуждение люминофора при подаче напряжения только на прозрачные или только непрозрачные электроды практически одинаково.

Стоит также отметить, что светоотдача в диапазоне токов 13–18 мА выше для случаев приложения напряжения только к прозрачным или только к непрозрачным электродам (рис. 9), хотя рис. 8 однозначно свидетельствует о том, что способ подачи напряжения на прозрачные и непро-

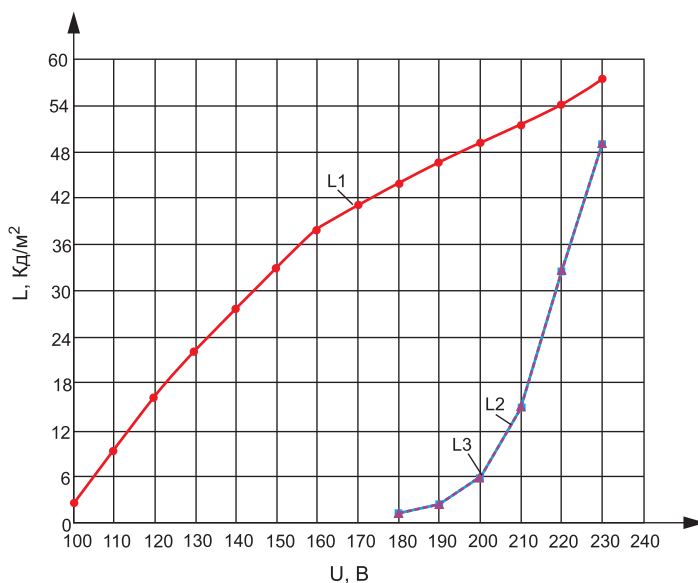


Рис. 8. Семейство зависимостей яркости от напряжения

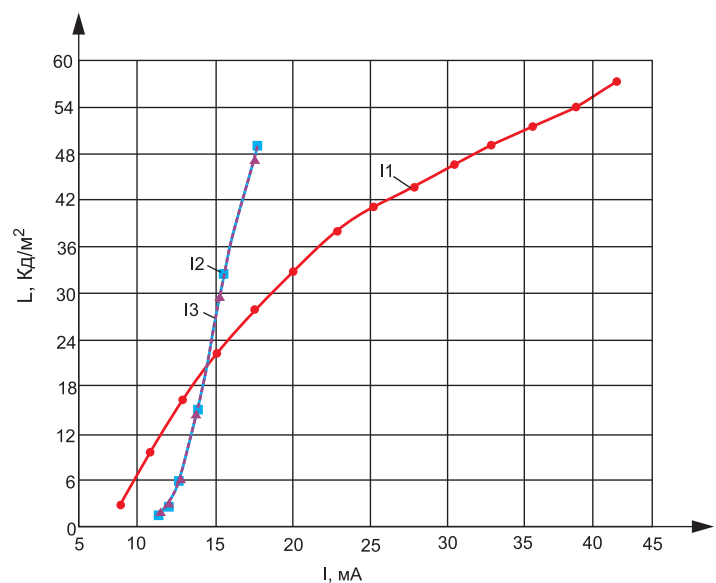


Рис. 9. Семейство зависимостей яркости от тока

зрачные электроды в плане светоотдачи менее энергозатратный. Это кажущееся противоречие можно разрешить тем, что для случаев приложения напряжения только к прозрачным или только к непрозрачным электродам указанные токи достигаются быстрее, т. к. ток проходит через слой люминофора не полностью, а частично, в связи с чем сопротивление всей цепи «сеть–экран» меньше. Превышение напряжения для указанных случаев может повлечь за собой пробой и выход экрана из строя.

С другой стороны, для случаев только прозрачных или только непрозрачных электродов характерно более низкое значение коэффициента мощности, т. е. экран, с электрической точки зрения, имеет

более «реактивный» (емкостной) характер (рис. 6).

Подводя некий итог проделанной работе, нужно отметить, что выгодным отличием от светодиодных источников света являются низкие токи потребления и низкая рассеиваемая тепловая мощность. Однако следует признать, что по уровню яркости исследуемый экран в качестве источника общего освещения рассматривать можно с трудом, за исключением аварийных случаев, когда других источников освещения нет либо они вышли из строя. Достигнутые уровни яркости в неоптимальном режиме также ниже, чем заявленное производителем значение в рабочих условиях (при использовании штатного блока управления): 65 кд/м² [1]. Тем не менее

для постоянного освещения помещений этого недостаточно.

В заключение следует сказать о том, что ряд характеристик, в частности спектр излучения и кривые силы света экрана, на данный момент остался нерассмотренным. Измерение и изучение указанных характеристик, а также более подробное рассмотрение уже затронутых выше предполагает суть дальнейшей работы. ●

Литература

1. Технические характеристики. EL512.256-H. Тонкопленочный электролюминесцентный дисплей. http://lumineq.com/sites/default/files/product/fields/field_product_data_sheet/el_512.256-h_rus.pdf.