

В виде частотных зависимостей целесообразно представлять характеристики чувствительности отклонения, эффективности, коэффициента связи, эквивалентного сопротивления потерь.

Временные характеристики позволяют детализировать переходные процессы установления тока в системе или установления магнитного поля в рабочем объеме системы.

Пространственные характеристики удобны для представления распределения по экрану ЭЛТ разрешающей способности, коэффициента координатных искажений, остаточного несведения лучей в многолучевых цветных ЭЛТ. В связи с тем что в большинстве ЭЛТ используется двухкоординатное отклонение, предпочтительнее применение семейств характеристик.

Наконец, ряд параметров системы зависит от величины тока отклонения. Описывающие эти зависимости характеристики можно назвать амплитудными. Среди них представляют интерес характеристики времени установления, угла отклонения, геометрических и нелинейных искажений раstra, остаточного отклонения.

Оговоренные параметры и характеристики практически полностью описывают МОС любого типа и назначения, а их применение в указанной трактовке внесло бы однозначность в работы, связанные с созданием, производством и эксплуатацией магнитных отклоняющих систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грицкий З. Д. Разновидности и классификация магнитных отклоняющих систем для электронно-лучевых приборов.— Автотметрия, 1981, № 2.
2. ГОСТ 20943-75. Отклоняющие системы телевизионных приемников, термины и определение.— М.: ГС СМ СССР, 1975.
3. Грицкий З. Д., Сницарук Л. А. О координатной ошибке, обусловленной связью между отклоняющими катушками.— Доклады и научные сообщения: В кн.: Вестн. Львов. политехн. ин-та, № 136. Львов: Изд-во Львов. ун-та, 1979, № 136.
4. Coking W. T. Deflector coil characteristics.— Wireless World, 1950; N 3, p. 95.
5. Миллер В. А., Куракин Л. А. Приемные электронно-лучевые трубки.— М.— Л.: Энергия, 1964.
6. Самойлов В. Ф. Генераторы телевизионной развертки.— М.: Связь, 1966.
7. Бонштедт Б. Э., Маркович М. Г. Фокусировка и отклонение лучков в электронно-лучевых приборах.— М.: Сов. радио, 1967.
8. Бриллиантов Д. П. Проектирование эффективных систем магнитного отклонения.— М.: Связь, 1975.
9. Достижения в технике передачи и воспроизведения изображения/Под ред. Б. Кейзапа.— М.: Мир, 1978.

*Поступила в редакцию 26 мая 1983 г.;
окончательный вариант — 12 декабря 1983 г.*

УДК 621.3.032.36

Т. М. ДУЖИЙ, В. В. ПИГРУХ, М. И. РЕЗНИК

(Львов)

НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИИ СИСТЕМЫ ПАРАМЕТРОВ ПРИЕМНЫХ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫХ ПРИБОРОВ

Введение. Явление насыщения люминофоров освещено в целом ряде литературных источников [1, 2]. Известно, что для малых плотностей токов в электронном пятне зависимость яркости от плотности тока линейна [1]. При дальнейшем повышении плотности тока до десятков микроампер на квадратный сантиметр рост яркости замедляется и начинается насыщение по току. В [2] установлено, что при плотностях тока $\sim 10^{-4}$ А/см² насыщение еще не наблюдается, и введен коэффициент на-

Рис. 1. Блок-схема установки измерения импульсных характеристик ВИТ.

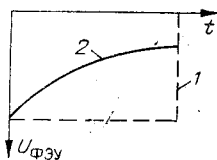


Рис. 2. Импульсная характеристика ВИТ:

1 — форма импульса на катоде ЭЛТ, 2 — импульсная характеристика ЭЛТ.

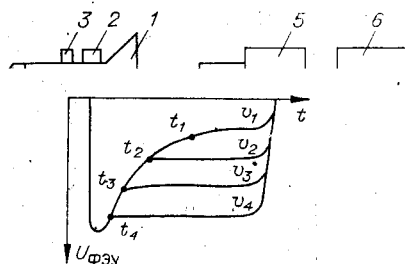


Рис. 3. Форма импульсных характеристик в зависимости от скорости сканирования: $v_1 < v_2 < v_3 < v_4$.

сыщения по светосумме для данных тока луча и длительности возбуждающего импульса.

В высокоинформативных трубках (в дальнейшем ВИТ), появившихся в последнее десятилетие, плотность тока достигает нескольких ампер на квадратный сантиметр, поэтому эффект «насыщения» весьма ощутим.

I. Методы исследований. В основу исследований явления насыщения был положен импульсный метод. Это означает, что изучалась форма импульсов на выходе фотоэлектронного умножителя, воспринимающего лучистую энергию с экрана ЭЛТ при подаче между ее катодом и модулятором заведомо прямоугольных подсвечивающих импульсов. Блок-схема установки, на которой велись исследования, приведена на рис. 1.

В дальнейшем зависимость выходного напряжения ФЭУ от времени при подаче между катодом и модулятором исследуемой ЭЛТ прямоугольного импульса назовем импульсной характеристикой ЭЛТ.

Снятие импульсных характеристик ЭЛТ проводилось в двух режимах: 1) при неподвижном электронном пятне, 2) на движущемся по круговой траектории электронном пятне. Круговая развертка применялась для удобства в работе (возможность менять скорость сканирования пятна при сохранении линейности перемещения и отсутствии необходимости в динамической подфокусировке). Постоянное напряжение между катодом и модулятором выбиралось равным запирающему напряжению (при отсутствии импульса).

При небольших значениях величин амплитуд импульсных напряжений, модулирующих электронный пучок, форма импульсных характеристик повторяет форму импульсов на катоде ЭЛТ. С увеличением амплитуды подсвечивающего импульса форма импульсной характеристики начинает изменяться по сравнению с подсвечивающим импульсом (измерения проводятся при оптимальной фокусировке).

Рассмотрим импульсные характеристики ЭЛТ в обоих режимах.

Первый режим. Характер изменения импульсной характеристики на неподвижном пятне иллюстрируется рис. 2. Такой характер импульсная характеристика имеет при любых частотах повторения (даже на однократных импульсах) для случая неподвижного пятна. При расфокусировке форма импульсной характеристики приближается к форме подаваемого подсвечивающего импульса. Это наблюдается для экранов типа «Л», «Ж» и «А». В общем случае крутизна импульсной характеристики является функцией плотности тока в электронном луче (т. е. функцией диаметра пятна и тока в нем). Чем меньше диаметр электронного пятна,

тем круче импульсная характеристика и быстрее спад энергетической яркости.

Второй режим. В этом случае исследования насыщения люминофора проводятся в условиях движущегося пятна, т. е. при наличии развертки.

На рис. 3 представлено семейство импульсных характеристик в зависимости от скорости сканирования (для люминофора силиката иттрия, активированного церием). Каждая из характеристик имеет два характерных участка, а именно: 1) от переднего фронта импульса до точек t_1 , t_2 , t_3 и t_4 , когда происходит уменьшение светонизлучения; 2) справа от указанных точек по оси t , когда уменьшения светонизлучения не наблюдается.

По аналогии с неустановившимися процессами в радиотехнических цепях назовем время от переднего фронта импульсных характеристик до точек перегиба каждой импульсной характеристики временем установления светонизлучения — $t_{уст}$.

В работе [3] показано, что время установления характеризует время прохождения диаметра пятна при данной скорости сканирования.

II. Основные явления, проявляющиеся при насыщении (утомлении):

1. При оптимальной фокусировке яркость падает (для ЭЛТ с магнитной фокусировкой оптимальная фокусировка включает в себя и настройку стигматора, и юстировку электронного пучка относительно фокусирующей катушки). Это свойство насыщения позволяет настраивать трубку в измерительном комплексе на оптимальную фокусировку в условиях отсутствия оптического тракта переноса без каких-либо тестов.

2. При постепенной расфокусировке яркость у большинства люминофоров повышается и при некотором значении рост ее прекращается. Глубина насыщения характеризуется перепадом яркости между расфокусированным состоянием и сфокусированным. Этот перепад различен для целого ряда люминофоров. Например, для люминофора силиката иттрия, активированного церием, он составляет 2—3, а для экрана «А» (сульфид цинка, активированный серебром) — 30, для оксисульфида иттрия, активированного празеодимом, — 10.

В паспортные данные ЭЛТ предлагается ввести еще один параметр — перепад яркостей насыщения, описывающий отношение максимальной яркости, соответствующей расфокусированному пятну (когда яркость больше не увеличивается), к минимальной яркости, соответствующей оптимальной фокусировке. Перепад яркости должен оговариваться для определенных значений разности напряжений на модуляторе или для амплитуды импульса на нем.

Перепад яркостей — величина относительная, и, следовательно, ее оценку можно произвести, измерив соответствующие напряжения на выходе ФЭУ при условии линейности его световой характеристики.

Итак, в высокоинформативных трубках, работающих в режиме насыщения, имеются два механизма модуляции электронного пятна по яркости: подача сигнала на модулятор и расфокусировка луча.

Первый механизм известен и используется как основной принцип работы ЭЛТ, а второй существует в виде паразитного явления, с которым необходимо считаться. В то же время любые причины, вызывающие модуляцию плотности тока на люминофоре, приводят к модуляции яркости. К таким причинам относятся все типы aberrаций фокусирующей системы, пульсации источников питания фокусирующей катушки, юстировочных катушек, стигматора, нестабильности источников питания, включая высоковольтные источники.

3. Следует заметить, что в [4] содержится целый ряд приведенных выше соображений, однако вне связи со скоростями движения пятна. Практически насыщение люминофора в ВИТ определяется не только плотностью тока j , но и скоростью сканирования электронного пятна. Насыщение пропорционально j/v . С повышением скорости сканирования электронного пятна (т. е. с уменьшением времени прохождения пятном своего диаметра) при оптимальной фокусировке происходит постепенное

Таблица 1

Диаметр круговой развертки, мм	Скорость движения пятна, мм/мкс	U_{\max} ФЭУ (напряжение на выходе ФЭУ), В (при расфокусировке)	U_{\min} ФЭУ (напряжение на выходе ФЭУ), В (при фокусировке)	Перепад яркости насыщения	Приращение фокусирующего тока для указанного перепада яркости, мА
4	0,006	0,2	0,06	3,3	7,7
8	0,012	0,2	0,1	2	9
10	0,015	0,2	0,1	2	8,8
15	0,022	0,22	0,12	1,83	7,7
20	0,03	0,22	0,15	1,41	7,5
25	0,0375	0,22	0,15	1,41	10,2
30	0,045	0,22	0,17	1,29	10,44
35	0,05	0,22	0,15	1,41	11,5
40	0,06	0,2	0,17	1,176	11,4
45	0,0675	0,2	0,17	1,176	11,6
50	0,075	0,18	0,18	1	11,9
55	0,0825	0,18	0,18	1	15,3

ослабление яркости и при некоторой скорости явление насыщения прекращается. Это иллюстрируется экспериментальными сведениями, приведенными в табл. 1, для люминофора на основе оксисульфида иттрия. Напряжение подсвечивающего импульса 24 В, частота развертки 500 Гц, длительность подсвечивающего импульса 200 мкс.

Из таблицы следует, что при скорости 0,075 мм/мкс для данного люминофора насыщение исчезает. Скорость, при которой это происходит, назовем предельной скоростью насыщения.

Предельная скорость насыщения зависит от амплитуды подсвечивающего импульса, типа люминофора, диаметра пятна. С уменьшением подсвечивающего импульса предельная скорость насыщения уменьшается и наоборот. Для данного типа ВИТ предельная скорость определяется фокусировкой и амплитудой подсвечивающего импульса.

Критерий определения предельной скорости насыщения — это равенство единице перепада яркости насыщения.

Из табл. 1 следует, что нелинейность разверток при работе ВИТ в режиме насыщения приводит к дополнительной модуляции по яркости даже в том случае, если оптимальная фокусировка достигнута по всей траектории движения пятна и абсолютно линейная развертка (с учетом коррекции S-образности) будет давать эффект нелинейности по яркости в силу расфокусировки на краях.

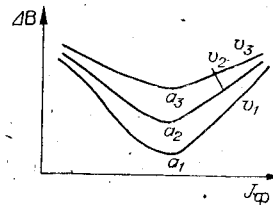
В связи с вышеизложенным семейство модуляционных характеристик насыщения имеет вид, представленный на рис. 4. (Модуляционной характеристикой насыщения назовем зависимость изменения яркости ΔV от тока фокусировки для ВИТ с магнитной фокусировкой или от фокусирующего напряжения для ВИТ с электростатической фокусировкой.)

Семейство модуляционных характеристик позволяет выявить допустимые значения пульсаций источников питания и других дестабилизирующих фокусировку факторов, которые будут приводить к паразитным яркостным искажениям. Исследования показали, что для высокоинформативных ЭЛТ с магнитной фокусировкой перепад яркостей насыщения происходит при изменении тока фокусировки на десятые доли процента.

4. Модуляция фокусировки (т. е. модуляция плотности тока в пучке) приводит к модуляции времени послесвечения.

Рис. 4. Модуляционные характеристики насыщения при различных скоростях сканирования:

$v_1 < v_2 < v_3$; a_1, a_2, a_3 — точки оптимальной фокусировки.



Т а б л и ц а 2

$J_{\text{фок}}, \text{мА}$	26	27	28	30	32	34	36	38	40	45
$T, \text{мкс}$	3	6	12	15	20	25	28	30	33	35

Послесвечение при насыщении уменьшается (например, для экранов типа «А» вместо 30 мкс — 2 ÷ 3 мкс).

В табл. 2 приведены экспериментальные данные изменения послесвечения при изменении тока фокусировки для люминофора типа «А». Минимальный ток фокусировки соответствует насыщению.

Для других люминофоров изменения времени послесвечения могут принимать иные значения, но существенно, что для трубки, работающей в режиме насыщения, послесвечение не является однозначным параметром, определяемым только статическим режимом ВИТ. На экране ВИТ послесвечение в зависимости от координат различное и будет определяться степенью фокусировки в том или ином месте.

В системах, предназначенных для фоторегистрации, это вызовет неравномерность экспозиции, а в системах типа «бегущий луч» приведет к неравномерности сигнала на выходе фотоприемника. Поэтому рекомендуется в систему параметров ввести также модуляционные характеристики послесвечения, которые будут служить исходным инструментом для разработчиков систем.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. В систему параметров и в паспортные данные ЭЛТ, по нашему мнению, необходимо ввести следующие параметры, определяющие диапазон использования ВИТ в режиме насыщения:

глубину насыщения или перепад яркостей насыщения — отношение яркости при расфокусированном луче к яркости при оптимальной фокусировке в условиях рабочей скорости сканирования и рабочем статическом режиме;

предельную скорость сканирования — параметр, определяющий скорость, при которой начинается переход из ненасыщенного состояния в насыщенное.

2. В характеристики ЭЛТ предлагается дополнительно включить такие показатели: а) модуляционные характеристики насыщения — зависимость яркости или приращения яркости от тока фокусировки для заданного статического режима; б) модуляционные характеристики послесвечения — зависимость послесвечения от тока (напряжения) фокусировки.

3. Введение новых параметров позволит разработчикам систем, основанных на использовании ВИТ, легче определять допустимые области их применения, а разработчикам методик измерения и измерительных систем — строить неразрушающие методы контроля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Миллер В. А., Куракин Л. А. Приемные электроно-лучевые трубки. — М.: Энергия, 1964.
2. Рабин Б. М., Резник М. И. Некоторые импульсные характеристики люминесцентных экранов с очень коротким послесвечением. — В кн.: Материалы XIX Совещания по люминесценции кристаллофосфоров. Рига: ЛГУ им. П. Стучки, 1970, т. II.
3. Резник М. И., Горелик С. Л., Вовчик И. И., Дужий Т. М. Способ определения диаметра электронного пятна в электроно-лучевых трубках с высокой разрешающей способностью (Автор. свид-во № 942185). — ЕИ, 1982, № 25.
4. Горелик С. Л., Гагис С. И., Капитонов А. Г. О яркостных и апертурных характеристиках проекционных кинескопов в устройствах бегущего луча. — Техника средств связи. Сер. Техника телевидения, 1979, вып. 5, с. 103—107.

Поступила в редакцию 18 июля 1984 г.