

Г. М. МАМОНТОВ, С. Е. ТКАЧ, А. С. ТОКАРЕВ

(Новосибирск)

О ПОВЫШЕНИИ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ ДИСКРЕТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЕМ СВЕТОВОГО ПЯТНА В ЭЛЕКТРОННОЛУЧЕВЫХ ТРУБКАХ ВЫСОКОЙ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ

Электроннолучевые трубки (ЭЛТ) с высокой разрешающей способностью в задачах автоматизации научного эксперимента широко применяются в устройствах считывания, кодирования и ввода в ЭВМ координат изображений, зарегистрированных на фотопленку [1—3], а также в устройствах оперативного вывода информации из ЭВМ и документирования ее на микрофильм [4]. Для ЭЛТ с высокой разрешающей способностью применяются электромагнитные системы отклонения и фокусировки электронного луча. Важнейшей характеристикой такой системы и блока усилителей, работающих на нее, является время вывода луча с необходимой точностью в заданное положение на экране ЭЛТ.

Переходные процессы установления тока в магнитных отклоняющих системах рассмотрены в [5]. Из этой работы следует, что при перемещении пятна из точки в точку при небольшом расстоянии между ними (линейный режим усилителей) достижимо быстродействие до нескольких сотен килогерц при точности вывода пятна в заданную позицию 0,1%; это быстродействие определяется постоянной времени отклоняющей системы и полосой пропускания усилителей. В [6] экспериментально исследовались переходные процессы установления отклоняющего поля; показано, что из-за взаимодействия полей рассеяния отклоняющей системы с магнитопроводом фокусирующей катушки и защитным экраном фокусирующе-отклоняющего комплекса (ФОК) реальное время установления отклоняющего магнитного поля на два порядка больше. Однако в [6] не вскрыт механизм взаимодействия и соответственно не предложены способы, позволяющие довести скорость установления магнитного поля до скорости установления отклоняющего тока.

В настоящей работе предпринята попытка исследовать переходные процессы установления отклоняющего магнитного поля и предложить

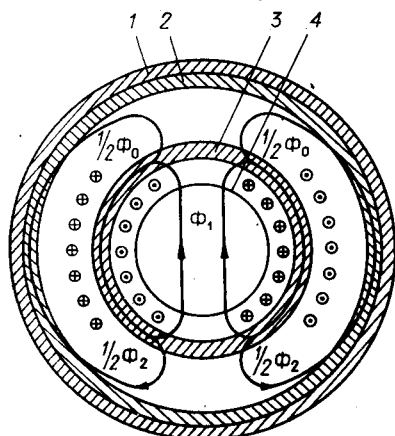


Рис. 1.

методы повышения быстродействия при дискретном управлении положением светового пятна ЭЛТ с высокой разрешающей способностью.

На рис. 1 показано распределение магнитного потока в тороидальной отклоняющей катушке (1 — медный экран; 2 — стальной экран; 3 — сердечник отклоняющей системы; 4 — компенсирующий цилиндр. Полный магнитный поток, развиваемый катушкой, обозначен Φ_0 . Магнитный поток Φ_1 , воздействующий на электронный пучок трубки, назовем отклоняющим, а поток Φ_2 — потоком рассеяния).

Полный анализ процесса взаимодействия полей рассеяния отклоняющей

катушки с экраном и магнитопроводом фокусирующей системы представляет собой сложную задачу. Для выяснения качественной стороны этого процесса рассмотрим влияние вихревых токов на время нарастания магнитного потока в металлической пластинке при ступенчатом нарастании магнитного поля до значения H .

При решении задач о поверхностном эффекте обычно исходят из совместного решения уравнений Максвелла. Согласно [7], формулу для мгновенного значения магнитного потока $\Phi(t)$ в пластине можно записать следующим образом:

$$\Phi(t) = \frac{8ah\mu H}{\pi^2} \sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{(2n-1)^2} e^{-(2n-1)^2\beta t} \sin \frac{2n-1}{2} \pi,$$

где μ — магнитная проницаемость пластины; σ — удельная проводимость пластины; t — время; a, h — геометрические размеры пластины; $\beta = \frac{\pi^2}{a^2\sigma\mu}$. Поэтому относительное нарастание магнитного потока рассеяния в экране или магнитопроводе при импульсном изменении напряженности магнитного поля рассеяния от нуля до H определится выражением

$$\Phi(t) = \Phi_2 \left(1 - \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{1}{(2n-1)^2} e^{-(2n-1)^2\beta t} \right). \quad (1)$$

Анализируя соотношение (1), можно отметить, что величина потока рассеяния зависит от частоты тока, питающего отклоняющую катушку, магнитной проницаемости, электропроводности и геометрических размеров экрана. При подаче в отклоняющую катушку прямоугольного импульса тока с крутым фронтом в начальный момент (во время действия фронта) сильно сказывается тормозящее действие экрана на поток рассеяния, что приводит к увеличению отклоняющего потока. Этим явлением объясняются выбросы на переходных характеристиках, которые приводятся в [6]. Аналогичные переходные характеристики наблюдаются и при взаимодействии полей рассеяния с корпусом фокусирующей системы.

Если на пути потока отклонения между горловиной трубки и отклоняющей катушкой установить полый цилиндр из проводящего материала (например, из меди), то для отклоняющего потока аналогично (1) можно записать

$$\Phi(t) = \Phi_1 \left(1 - \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{1}{(2n-1)^2} e^{-(2n-1)^2\beta t} \right). \quad (2)$$

Выражения (1) и (2) показывают, что характер переходного процесса поля отклонения, обусловленный взаимодействием поля рассеяния с материалом экрана, такой же, как и поля отклонения катушки с проводящим цилиндром, но противоположный по знаку. Подбирая толщину стенки цилиндра, можно полностью скомпенсировать переходной процесс, обусловленный взаимодействием полей рассеяния отклоняющей катушки с материалом экрана и магнитопроводом фокусирующей системы. Поскольку на практике толщину стенки цилиндра подбирать неудобно, удовлетворительную компенсацию выбросов переходного процесса можно осуществить, вдвигая цилиндр в отклоняющую систему на большую или меньшую глубину. В результате удастся свести время установления отклоняющего поля (и соответственно светового пятна) к времени установления тока в отклоняющей катушке с достаточной для практики точностью.

Для экспериментальной проверки переходных процессов была собрана специальная установка, функциональная схема которой приведена на рис. 2, где 1 — генератор прямоугольных импульсов тока; 2 — ге-

нератор треугольных импульсов развертки; 3 — задающий генератор; 4 — делитель частоты на 2; 5 — генератор метки времени; 6 — микроскоп; 7 — фокусирующе-отклоняющий комплекс; 8 — электроннолучевая трубка. Эта установка отличается от описанной в [6] только тем, что в качестве генератора прямоугольных импульсов отклоняющего тока использован быстродействующий цифро-аналоговый преобразователь с широкополосным усилителем, а в качестве генератора временных меток — генератор с плавно регулируемой задержкой, запускаемый каждым вторым импульсом задающего генератора.

Эксперименты проводились с тороидальной отклоняющей катушкой, которая имела индуктивность 250 мкГ, чувствительность 80 мА/мм, паразитную емкость 400 пФ (с учетом емкости соединительных кабелей и усилителя).

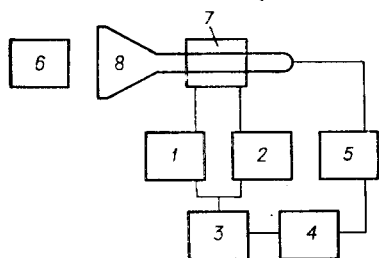


Рис. 2.

Напряжения источника питания выходных каскадов усилителя составляло 20 В. Расчетное время установления переходного процесса составляло 25 мкс (при токе 2 А). Весь ФОК был заключен в двухслойный цилиндрический экран (см. рис. 1) из стали и меди с внутренним диаметром 150 мм (внутренний слой — Ст 10 толщиной 5 мм, внешний — красная медь толщиной 3 мм). Измерения длительности

переходного процесса проводились по методике, описанной в [6], при отклонении по вертикали на 25 мм (отклоняющий ток 2 А).

На рис. 3, а приведена фотография переходного процесса для ФОК в экране. Время установления переходного процесса с точностью до диаметра пятна (20 мкм) составляет 290 мкс. На рис. 3, б отображен переходный процесс со снятым экраном. Расстояние между торцом отклоняющей катушки и магнитопроводом фокусирующей системы равно 30 мм. Время установления процесса 180 мкс. Если фокусирующую систему отодвинуть от отклоняющей катушки (расстояние между торцами 120 мм), длительность переходного процесса становится практически равной расчетной 28 мкс (см. рис. 3, в). На рис. 3, г представлен переходный процесс для ФОК без экрана. Расстояние между магнитопроводом фокусирующей системы и торцом отклоняющей катушки равно 30 мм. Для компенсации выброса переходного процесса в зазоре между отклоняющей катушкой и горловиной трубки введен медный цилиндр с толщиной стенки 1 мм на глубину 2 мм. Переходный процесс для ФОК в экране иллюстрируется рис. 3, д. Для компенсации выброса переходного процесса медный цилиндр введен в зазор на глубину 23 мм. В обоих последних случаях время установления переходного процесса близко к расчетному (26 и 30 мкс соответственно).

Было также проведено экспериментальное исследование переходных процессов в седлообразных и статорных отклоняющих катушках. Свести длительность переходного процесса к расчетной величине в катушках этого типа можно, кроме описанного выше метода, применением экрана между магнитопроводом фокусирующей системы и отклоняющей катушкой. Экран представляет собой пакет из нескольких листов отожженного пермаллоя малой толщины (0,1 мм) с отверстием для горловины трубки.

На основании анализа результатов экспериментальных исследований было установлено, что по быстродействию тороидальная, седлообразная и статорная отклоняющие катушки являются равноценными (с учетом их эффективности).

Таким образом, длительность переходного процесса, обусловленную взаимодействием потоков рассеяния магнитных отклоняющих катушек

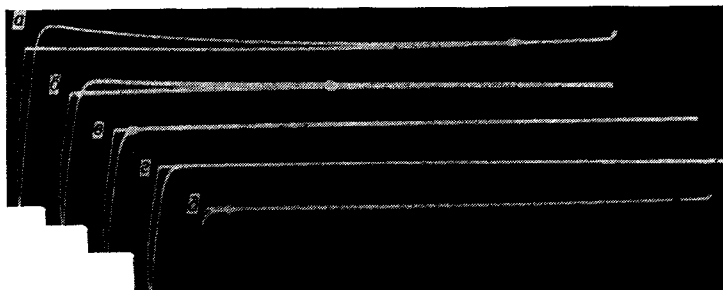


Рис. 3

с экраном ФОК и магнитопроводом фокусирующей системы, для любого из рассмотренных типов катушек можно существенно сократить и свести к времени установления тока в отклоняющей катушке, используя тонкостенный проводящий цилиндр, расположенный в зазоре между отклоняющей катушкой и горловиной ЭЛТ. Перемещая цилиндр в зазоре можно скомпенсировать выбросы переходного процесса в любом конкретном ФОК.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. И. Петренко. Автоматический ввод графиков в электронные вычислительные машины. М., «Энергия», 1968.
2. В. Ф. Борисовский, А. С. Буров и др. Сканирующий автомат на электроннолучевой трубке. Препринт ОИЯИ, Р-10-3631. Дубна, 1967.
3. С. Т. Васильков, Л. С. Вертопрахова и др. Сканирующий автомат для ввода в ЭЦВМ фильмовой информации.— Автометрия, 1970, № 2.
4. Wayne Hueliskoetter, Joserh Kimlinger. Ultra Precision Artwork Generated with a CRT Display.— IEE Internat. Convent. Digest., 1969, № 4.
5. А. М. Ковалев, А. С. Токарев. Широкополосное управление лучом ЭЛТ.— Автометрия, 1971, № 4.
6. А. А. Горелов, Е. К. Овчинников. О переходных процессах дискретного отклонения светового пятна высокоточного телевизионного датчика.— Вопросы радиоэлектроники, 1970, серия ТТ, вып. 3.
7. К. М. Поливанов. Ферромагнетики. М.— Л., Госэнергоиздат, 1957.

Поступила в редакцию 20 июня 1972 г.

УДК 681.321.67

**В. М. БЕЛОВ, В. А. БУРОВЦЕВ, В. П. ЗИНЧЕНКО,
К. Ш. ИБРАГИМОВ, И. Ф. КЛИСТОРИН, А. Е. ПОДЗИН**
(Новосибирск)

БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩЕЕ ОПЕРАТИВНОЕ ЗАПОМИНАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО НА ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМАХ

В быстродействующих системах сбора и обработки данных с помощью ЭВМ часто используются буферные оперативные запоминающие устройства (ОЗУ) сравнительно небольшой емкости, но высокого быстродействия. В качестве таких ОЗУ наиболее перспективными являются