

## НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ МАТЕРИАЛОВ С ПОМОЩЬЮ КСЕРОГРАФИИ

А. Б. АНДРЕЕВ, В. А. БЕРДОНОСОВ

(Представлена научным семинаром НИИ ЭИ)

Развитие исследований в области полупроводников открыло широкие возможности для создания новых методов получения фотографического изображения, принципиально отличающихся от обычных фотографических методов, основанных на применении галоидно-серебряных желатиновых слоев. Среди новых фотографических процессов весьма перспективен электрофотографический метод получения изображения [1, 3]. В настоящее время электрофотография превратилась в новую область научной и технической фотографии. В литературе этот процесс называют «ксерографией», что означает сухой процесс получения изображения («ксерокс» — по-гречески «сухой»).

Электрофотографический процесс заменяет сложную химическую обработку галоидно-серебряных желатиновых слоев простым электростатическим взаимодействием проявляющего порошка и полупроводникового слоя. Кроме того, для целей ксерографии не требуются ни такой дорогостоящий материал, как галоидное серебро, ни сложная технология изготовления слоев. В то же время одни и те же электрофотографические слои можно использовать многократно с получением изображения после его переноса на обыкновенную бумагу [3]. Наряду с этим электрофотография открывает большие возможности по автоматизации процессов получения снимков, а также по расширению границ спектральной чувствительности, благодаря применению разнообразных полупроводников.

В настоящее время ксерография приобретает постепенно все более широкое значение в различных областях науки и техники: в технике документирования, в полиграфии — при изготовлении печатных форм, при выводе данных ЭВМ, в технике связи, в технологических процессах изготовления электронной аппаратуры (печатный монтаж), при неразрушающем контроле (рентгенодефектоскопия), в медицинской рентгенодиагностике и т. д. [2, 4, 6].

При использовании ксерографии в рентгенодефектоскопии она по чувствительности не уступает радиографическому методу контроля, а при определенных условиях на энергиях порядка 50—1000 кВ и превосходит его [4]. При этом если учесть, что для изготовления одного снимка методом радиографии требуется 20—30 мин., а для ксероснимка — от 1,5 до 2 мин. (без учета времени экспозиции), то становится очевидным неоспоримое преимущество ксерографии [2]. Кроме того, следует отметить повышенную контрастную чувствительность при просвечивании малых толщин, которую имеют ксерографические снимки по сравнению с радиографическими. Это объясняется наличием присущего ксеро-

графии эффекта, который получил название краевого [5]. Суть этого эффекта в том, что происходит вспучивание силовых линий электростатического поля по краям скрытого изображения, что ведет к осаждению в этих местах повышенного количества частиц проявляющего состава. В результате этого на границе даже незначительного перепада толщины появляется хорошо видимая глазом граница, которую невозможно определить при помощи снимка, полученного радиографическим методом. Краевой эффект, так необходимый для расширения границ контрастной чувствительности, может давать и отрицательный результат при получении полутонных изображений на относительно больших площадях равной толщины. Для устранения искажений по плотности, возникающих при этом, применяют дополнительный проявляющий электрод либо производят растривание ксерографической пластины, т. е. трансформирование изображения (большие равномерно заряженные участки слоя) в системы точек или линий. В этом случае электростатическое изображение разделяется на ряд точек или линий, вокруг которых над поверхностью слоя возникает градиент электрического поля. В результате этих мер можно практически полностью избавиться от нежелательного явления искажения передачи по плотности [1]. Следует отметить, что величины экспозиций ксерографических пластин в интервале энергий от 30 до 200 кВ в 3—6 раз меньше, чем экспозиции на рентгеновскую пленку. График экспозиций при использовании в качестве метода регистрации ксерографии приведен на рис. 1. При увеличении энергии до

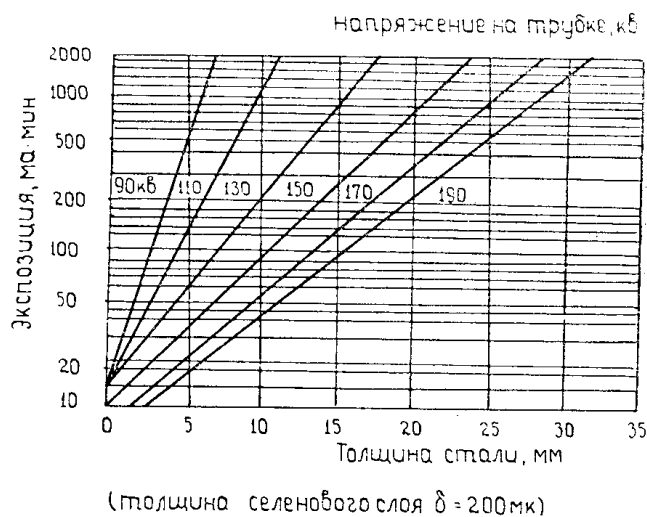


Рис. 1. Зависимость времени экспозиции от толщины стального поглотителя. Толщина слоя селена 200 мк

1000 кВ эти экспозиции становятся приблизительно равными. В области очень высоких энергий излучения (10—20 Мэв) употребление пленки становится предпочтительней [2]. Надо отметить, что в настоящее время ведутся исследования по увеличению чувствительности пластин к более жесткому излучению (свыше 5—10 Мэв). При этом исследованию подлежит зависимость чувствительности от наличия подслоя, от температуры напыления слоя, от наличия примесей в слоях селена и т. д.

Говоря о преимуществах ксерографии (высокая производительность, контрастная чувствительность, а также высокая разрешающая способность), по данным иностранных авторов, до 1000 лин/мм, нельзя не сказать и о недостатках этого метода, к которым прежде всего необходимо отнести недостаточную чувствительность в области высоких энергий, от-

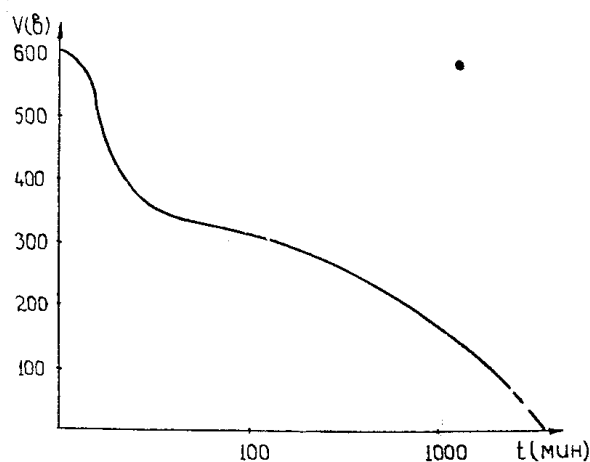


Рис. 2. Кривая изменения темнового потенциала слоя во времени

носительное быстрое падение потенциала (рис. 2) на слое; кроме того, ксерографические пластины очень чувствительны к механическим воздействиям, которые приводят к появлению трещин, царапин и, как следствие, к возникновению ложных дефектов, что затрудняет расшифровку ксерорентгенограмм.

Прослеживая путь развития ксерографии и, в частности, ксерорентгенографии, можно сказать, что она завоевывает все большее место в науке и технике, начиная на полных основаниях конкурировать с рентгеновской пленкой. При появлении более дешевых полупроводниковых слоев, таких как CdS, ZnS и др., с увеличенной чувствительностью и возможностью применения до 50 000 раз, роль и значение ксерографического метода в радиационной дефектоскопии материалов и изделий еще больше увеличится.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. С. Г. Гренишин. Электрофотографический процесс. М., «Наука», 1970.
2. С. В. Румянцев, А. С. Штань, Ю. П. Попов. Справочник рентгено- и гамма-дефектоскописта. М., Атомиздат, 1969.
3. Электрофотография и магнитография. Вильнюс, Изд-во «Минтис», 1972.
4. А. П. Семенов, В. И. Горбачев. «Дефектоскопия», 1972, 3, 122.
5. А. И. Каминскас, В. Г. Чепенко, Р. А. Кавалаяускас, Ю. К. Ракаускас. «Дефектоскопия», 1967, 3, 64.
6. Б. А. Тазенков, В. Г. Бойцов, Г. Н. Сандалов, И. Б. Шнейдман. Процессы и аппараты электрофотографии. М., «Машиностроение», 1972.