

брано темное пятно диаметром около 100 мкм на прозрачном носителе. С помощью специальной подпрограммы находился центр тяжести пятна в системе координат сканирующего устройства с точностью до сотых долей микрона. Уменьшение влияния случайных ошибок сканирующей системы и «дрожания» каретки достигалось путем многократного измерения центра тяжести. При этом вычислялось среднее положение центра тяжести пятна и дисперсия его колебаний.

В процессе калибровки центр пятна помещался в середину поля зрения сканирующей системы. Координатные ошибки в этой точке считались равными нулю. Затем механическая система последовательно перемещала пятно по зонам, в которых требовалось измерить поправки. Разность между текущими координатами электро-механической системы и координатами начальной точки соответствовала задаваемым координатам центра пятна ( $x, y$ ), а смещение центра пятна, измеренное в координатах сканирующего устройства, давало реальные координаты ( $\xi, \eta$ ). Значения поправок определялись из формул (3) и заносились в ПЗУ генератора поправок. Калибровка и занесение поправок проводились полностью автоматически по программе, хранимой в ЭВМ. Введение такой системы коррекции не привело к уменьшению скорости работы устройства, поскольку поправки к координатам выбираются во время переходного процесса в отклоняющих катушках, пока луч ЭЛТ погашен.

В результате калибровки ошибки по всему полю сканирующей системы не превышают 1,5 кванта (0,03%). При этом системой коррекции убраны не только ошибки сканирующего устройства, но и установлено точное соответствие масштабов и параллельность электро-механической и электронно-оптической систем координат.

*Поступило в редакцию 5 июня 1980 г.*

УДК 681.327.68 : 778.38 : 772.932.45

**В. П. ВЕРХОВОЙ, О. В. ЗАЙЧЕНКО, В. А. КОМАРОВ**  
(Винница)

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕРМОПЛАСТИЧЕСКИХ РЕГИСТРИРУЮЩИХ СРЕД В ПЕРВОМ КОНТУРЕ ДВУХКОНТУРНЫХ ГОЛОГРАФИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВЫХ СИСТЕМ**

Одной из перспективных областей применения голографических запоминающих устройств (ГЗУ) является информатика. Это вызвано тем, что реализация комплекса технических средств автоматизированной системы научно-технической информации требует решения проблемы создания надежных, быстродействующих, сверхъемких устройств записи, хранения, поиска и воспроизведения информации. Первый контур информационно-поисковой системы (ИПС) предназначен для хранения поисковых образов документов. В большинстве случаев такие образы записываются в бинарном виде и хранятся в долговременном ЗУ ЭВМ. Изображения документов, уменьшенные с высокими кратностями и размещенные на микроносителях различных типов, образуют второй контур ИПС. В первом контуре могут найти применение адресные ГЗУ, ассоциативные ЗУ или их комбинации.

В качестве регистрирующей среды в большинстве известных макетов ГЗУ используются фотографические материалы. Существенным недостатком фотоматериалов, помимо необходимости химического процесса обработки, наличия процесса усадки эмульсии при сушке и присутствия дефицитных серебросодержащих компонентов, является невозможность перезаписи информации. Поэтому закономерна тенденция перехода к новым, несеребряным обратимым регистрирующим средам.

В данной работе проводились исследования возможности применения термопластических носителей (ТПН) в качестве носителя голографической информации в ГЗУ первого контура ИПС. Для этой цели был разработан макет узла регистрации двоичной информации в виде Фурье-голограмм на ТПН с плотностью записи  $10^8$  бит/см<sup>2</sup>.

Физика процессов записи голограмм на ТПН описана достаточно подробно в литературе [1, 2]. Наиболее существенным недостатком ТПН, влияющим на плотность записи, является квазирезонансный вид частотно-контрастной характеристики. Это приводит к тому, что ТПН регистрирует ограниченную полосу пространственных частот, определяемую в основном толщиной ТПН и управляемую с помощью режимов очувствления и проявления [2]. Поэтому весьма важен вопрос согласования предельной емкости регистрирующей среды с пропускной способностью устройства ввода.

Из [3] следует, что наиболее оптимальная информационная емкость формирова-теля страниц (ФС) лежит в пределах  $10^4$ — $10^5$  бит. В данной работе использовалось

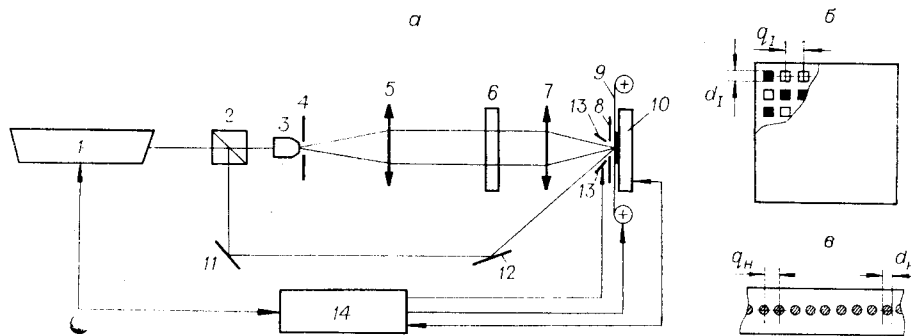


Рис. 1.

устройство, имитирующее работу реального ФС емкостью  $2,56 \cdot 10^4$  бит ( $M \times N = 160 \times 160$ ). Расчет геометрических размеров имитатора ФС проводился нами согласно [3]. В качестве исходных параметров были заданы плотность записи информации  $n = 10^6$  бит/см<sup>2</sup>; резонансная частота  $\nu = 1000$  мм<sup>-1</sup>; длина волны излучения  $\lambda = 0,53$  мкм;  $M, N$  — количество бит имитатора ФС по осям  $x$  и  $y$ ;  $F$  — фокусное расстояние фурье-объектива 92 мм; эффективный диаметр фурье-объектива  $D = 46$  мм. Расчет показал, что имитатор ФС должен иметь следующие геометрические размеры:  $d_I = 60$  мкм,  $q_I = 150$  мкм,  $M = N = 160$ ,  $M \times q_I = 24$  мм, где  $d_I$  — размер бита,  $q_I$  — шаг между битами. Такой ФС был изготовлен по интегральной технологии с помощью микрофотонаборной установки ЭМ-519Б на кварцевой подложке, покрытой хромом. Он представлял собой амплитудный транспарант со случайным набором «1» или «0», совмещенный с двухуровневой фазовой маской.

На рис. 1, а приведена оптическая схема макета узла регистрации, на рис. 1, б — фрагменты имитатора ФС и накопителя голограмм соответственно. Луч лазера 1 расщепляется светоделителем 2 на предметный и опорный. Опорный луч с помощью зеркал 11, 12 и предметный, формируемый микрообъективом 3, фильтром пространственных частот 4, линзой 5, имитатором ФС 6 и далее фурье-объективом 7, направляются в зону регистрации голограмм. В зоне регистрации голограмм, которая с целью уменьшения взаимного влияния соседних голограмм ограничена диафрагмой 8, размещен ТПН 9. Проявление и очувствление ТПН происходит с помощью нагревателя 10 и коронрона 13. Электронный блок 14 проводит управление всеми электронными схемами макета.

С помощью высоковольтного блока можно было получать регулируемые напряжения в пределах 3—16 кВ. Конструктивно блок 13 представлял собой однонитевый коронатор с заземленными и расположенными на расстоянии 12 мм от нити обкладками. Данная конструкция давала возможность получать токи коронного разряда  $I = 20$ —150 мкА и очувствлять ТПН за время 8 мс. В качестве источника излучения нами использовался перестраиваемый импульсный газовый лазер ЛГИ-37-2-01 (рабочая длина волны  $\lambda = 0,5384$  мкм). Данный лазер работает в многомодовом режиме, в связи с чем его пространственная когерентность невелика. Для ее улучшения в резонаторе лазера была установлена присовая диафрагма  $\varnothing 2$  мм. Получен одномодовый режим генерации. Энергия импульса  $E = 9 \cdot 10^{-6}$  Дж, длительность  $\tau = 350$  нс, частота следования  $f = 250$  Гц. Импульсный лазер с такими характеристиками дал возможность работать с движущимся (в момент экспозиции) и неподвижным носителями. В режиме работы с движущимся носителем проявление записи проводилось с помощью массивного нагревателя 10 (изготовлен из красной меди), нагретого до температуры размягчения ТПН. Данная тем-

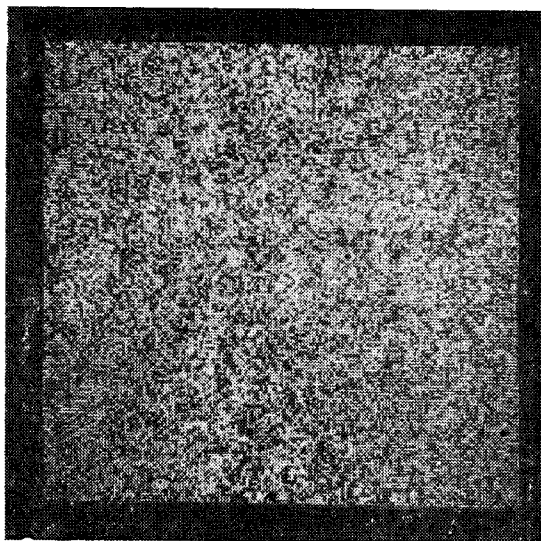


Рис. 2.

температура поддерживалась автоматически в процессе записи благодаря системе термостабилизации. Движущийся носитель нерабочим слоем прижимался к полированной поверхности нагревателя. В режиме работы с неподвижным носителем процесс проявления осуществлялся с помощью прозрачного нагревательного элемента, прижимаемого в момент записи к нерабочей стороне носителя [4], или с помощью ИК-излучения CO<sub>2</sub>-лазера [5], работающего в одномодовом режиме. Прогрев с помощью CO<sub>2</sub>-лазера позволил проводить локальную перезапись голограмм.

В качестве регистрирующей среды использовался двух- и трехслойный ТПН на основе органических и неорганических фотополупроводников.

Исследован ряд ТПН на основе органических (ПВК+ТНФ, ПЭПК+ТеНФ) и неорганических фотополупроводников (As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>, As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>): поли-*N* — винилкарбазол, sensibilizированный тринитрофлуореноном; поли-*N* — пропилкарбазол, sensibilizированный тетранитрофлуореноном. Лучшие результаты получены с двухслойным ТПН на основе ПВК+ТНФ с толщиной ТПН  $d=0,5$  мкм. Отношение сигнал/шум в восстановленном изображении 10:1, дифракционная эффективность  $\sim 9\%$ . Восстановленное изображение показано на рис. 2. Дифракционная эффективность голограммы на трехслойном ТПН с неорганическими фотополупроводниками составляла 1—3%. Исследуемые ТПН выдерживали до 30 циклов «запись — стирание» с ухудшением соотношения сигнал/шум до 8:1.

Результаты данной работы подтверждают возможность применения ТПН в ГЗУ первого контура ИПС.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Lee T. C. Holographic Recording on Thermoplastic Films.— Appl. Opt., 1974, vol. 13, N 4.
2. Кольер Р., Беркхарт К., Лин Л. Оптическая голография. Пер. с англ./Под ред. Ю. И. Островского. М.: Мир, 1973.
3. Акаев А. А., Майоров С. А. Когерентные оптические вычислительные машины. Л.: Машиностроение, 1977.
4. Комаров В. А., Сорока С. И., Ратников С. И., Зайченко О. В. Регистрация оптической информации на фототермопластический носитель с гибкой лавсановой основой.— ЖНПФФ, 1977, № 2.
5. Кузнецов П. Д., Комаров В. А., Зайченко О. В. О методах проявления записи на фототермопластическом носителе с лавсановой основой.— В кн.: Материалы Второй всесоюз. школы по оптической обработке информации. Горький, 1978.

*Поступило в редакцию 2 октября 1979 г.;  
окончательный вариант — 24 марта 1980 г.*

УДК 535.22

П. Я. БЕЛОУСОВ, Е. Г. ВОЛКОВ, Ю. Н. ДУБНИЩЕВ, И. Г. ПАЛЬЧИКОВА  
(Новосибирск)

#### ОПТИЧЕСКИЙ ДИСКРИМИНАТОР ДОПЛЕРОВСКОГО СДВИГА ЧАСТОТЫ

В работах [1, 2] было показано, что применение оптического дискриминатора доплеровского сдвига частоты позволяет получить аналоговый сигнал, пропорциональный скорости движения рассеивающей среды путем непосредственной обработки оптического сигнала в реальном масштабе времени. Рассматривались устройства с дискриминатором, выполненным в виде интерферометра Фабри — Перо с плоскими (ИФП) или сферическими (ИФС) зеркалами. Указывалось, что измерители такого типа могут работать с привязкой резонансной частоты контура пропускания дискриминатора к частоте информационного рассеянного движущимся объектом пучка либо к частоте опорного пучка.

В первом случае на входе дискриминатора опорный пучок должен быть стабилизирован по интенсивности. Интенсивность опорного пучка на выходе дискриминатора является квазилинейной функцией измеряемого частотного сдвига информационного пучка. Во втором случае опорный пучок не стабилизирован, а для получения информации о частоте информационного пучка необходимо определять отношение его интенсивностей на входе и выходе дискриминатора либо применять систему стабилизации интенсивности информационного рассеянного пучка. В обоих случаях должна быть учтена возможность падения амплитуды информационного светового пучка до нуля.