

Конкретизируем A и B . Пусть $A = 8,5$, $B = 10,0$. Тогда $n = 1$, $\Delta Y = 17$, $\Delta X = 21 + 2\varepsilon$.

Результаты расчетов десяти первых шагов интерполяции по формулам (4) и (5) приведены в таблице.

На рис. 1 показан график функции $8,5 \ln(1 + x/10)$. Там же нанесены цифровые отсчеты, полученные цифровым генератором в дискретных точках x , равных целым значениям. Методическая погрешность не превышает половины шага (0,5) интерполяции. Такой результат получен за счет того, что было взято среднее значение $\Delta X = (\lfloor \Delta X_n \rfloor + \lfloor \Delta X_c \rfloor)/2$, равное $(B + x + 1/2)$. Уменьшая шаг интерполяции, можно добиться требуемой точности генерации.

На рис. 2 представлена возможная блок-схема алгоритма генерации логарифмической функции $A \ln(1 + x/B)$ ($x \geq 0$). Для обоснования структуры приведенного алгоритма преобразуем его математическую модель (5), конкретизированную для данной функции:

$$\begin{aligned} &\text{если } \varepsilon_i \geq 0, \text{ то } x_{i+1} = x_i + 1, \quad y_{i+1} = y_i, \\ &\text{иначе } x_{i+1} = x_i + 1, \quad y_{i+1} = y_i + 1; \\ \varepsilon_{i+1} &= \begin{cases} \varepsilon_i - 2^n(2A - 1), & \text{если } \varepsilon_i \geq 0; \\ \varepsilon_i + 2^n(2B + 2 - 2A) + i \cdot 2^n, & \varepsilon_i < 0, \end{cases} \end{aligned}$$

где $\varepsilon_0 = 2^n(B + 1/2 - 2A)$; $i + 1 = 1, 2, 3, \dots$ — номер шага (отсчета).

Аппаратная реализация алгоритма также весьма проста: основа его — накапливающий сумматор, в который предварительно заносится величина $E = 2^n(B + 1/2 - 2A)$. В зависимости от знакового разряда сумматора к нему добавляется либо содержимое счетчика с первоначальным значением $D = 2^n(2B + 2 - 2A)$, которое затем увеличивается на 2^{n+1} после каждого шага интерполяции, либо содержимое регистра, в котором хранится константа $F = -2^n(2A - 1)$. На каждом шаге наращивается значение счетчика аргумента (если нужна эта величина), и всякий раз при $\varepsilon_i \geq 0$, т. е. когда будет подсуммироваться константа F , возрастает содержимое счетчика значения функции.

В заключение отметим, что предложенный алгоритм и соответствующая ему методика проектирования генераторов функций весьма эффективны, особенно при их микропроцессорной реализации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Способы подготовки программ и интерполяторы для контурных систем программного управления станками. — М.: Машгиз, 1970, с. 52—57.
2. Аннини Н. С., Тивков А. М. Оптимальный алгоритм цифровой линейной интерполяции. — Изв. вузов. Приборостроение, 1983, т. 26, № 8, с. 56—59.

Поступило в редакцию 12 мая 1984 г.

УДК 681.787.6

Н. Н. КАМЕНЕВ, Ю. В. ТРОИЦКИЙ

(Новосибирск)

ОТРАЖАЮЩИЙ ИНТЕРФЕРОМЕТР ТОЛАНСКОГО С «НЕОБРАЩЕННЫМ» РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ИНТЕНСИВНОСТИ В ПОЛОСАХ

Интерференционное исследование отражающих поверхностей методом Толанского сводится к наблюдению в отраженном свете полос равной толщины, которые обычно «обращены» по отношению к полосам в проходящем свете и представляют собой узкие темные линии на светлом фоне. Характеристики такой интерференционной картины очень чувствительны к поглощению в переднем зеркале интерферометра и к степени монохроматичности источника; оба эти фактора снижают контраст отраженных полос [1]. Новые возможности открываются при использовании интерферометра [2, 3], который в отраженном свете создает интерференционную картину, аналогичную наблюдаемой в проходящем свете, т. е. узкие светлые линии на темном фоне («необращенные» полосы). Эти возможности иллюстрируются в настоящем сообщении.

Интерферометр, использованный в работе, был образован двумя зеркалами. Переднее опорное зеркало изготовлялось по методике, предложенной в [4], и состо-

яло из тонкой пленки Ni и шести слоев диэлектриков MgF_2 и ZnS . Коэффициенты отражения и пропускания этого металлодиэлектрического зеркала на длине волны 632,8 нм составляли $R_1 = 2 \cdot 10^{-4}$, $R_2 = 0,85$, $T = 0,05$, причем R_1 относится к отражению в сторону источника света, R_2 — внутрь интерферометра. В нашем эксперименте вторым зеркалом и одновременно объектом исследования являлась поверхность неоднородного лазерного многослойного отражателя, описанного в работе [5]. Отражатель имел область повышенного пропускания диаметром около 0,5 мм, в которой число диэлектрических слоев меньше, чем в остальной его части. В результате на исследуемой поверхности образовывалось углубление.

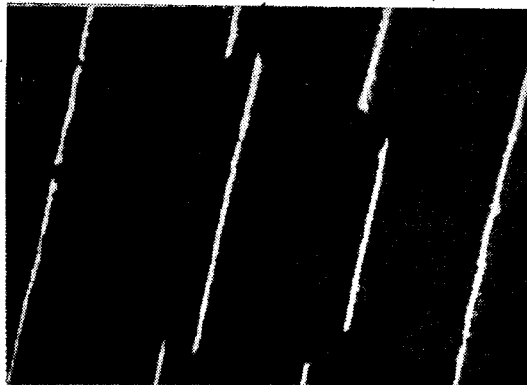


Рис. 1.

Между зеркалами создавался воздушный клин с углом порядка нескольких минут, и толщина полученного таким образом интерферометра не превышала 10—20 мкм. Необращенные полосы равной толщины рассматривались и фотографировались с помощью микроскопа МПС-2.

На рис. 1, 2 воспроизведены системы полос, наблюдавшиеся в экспериментах. Смещение полос в центральной части интерферограмм обусловлено наличием на исследуемой поверхности уже упомянутой впадины. Отсутствие существенных искривлений полос свидетельствует о том, что впадина имеет резкие границы и ровное плоское дно. Мелкомасштабные нерегулярности наблюдаемых полос, по-видимому, связаны с неровностями поверхностей подложек зеркал интерферометра.

На рис. 1 приводится интерферограмма, полученная при использовании излучения He—Ne-лазера ($\lambda = 632,8$ нм). Спеклы, «засоряющие» интерференционную картину, усреднялись с помощью вращающегося рассеивателя из целлофановой пленки. Глубину впадины легко измерить по смещению узких интерференционных линий. Фотометрирование негатива интерферограммы с учетом предварительно построенной характеристической кривой фотопленки показало, что резкость полос составляет ~ 35 . Если считать, что смещение полосы может быть измерено с точностью порядка $1/10$ ее ширины, то получаем, что погрешность измерений равна примерно 1 нм.

Измерения могут быть выполнены и в некогерентном свете. На рис. 2, а изображена интерферограмма, полученная в свете желтой (579 нм) линии ртути при освещении интерферометра ртутно-гелиевой спектральной лампой типа ДРГС-12. Общий характер интерференционной картины остается прежним, однако полосы становятся асимметричными, заметно уширяются, увеличивается фон. Основная причина этих изменений заключается в том, что параметры переднего зеркала сильно зависят от длины волны. В этом нетрудно было убедиться, наблюдая на других линиях источника всевозможные формы отраженных полос — двухлучевые, обращенные, с разной степенью асимметрии. Тем не менее даже с узкополосным металлодиэлектрическим зеркалом наблюдались интерферограммы с необращенным профилем полос при освещении интерферометра одновременно несколькими линиями спектральной лампы. На рис. 2, б представлена система интерференционных полос, полученная в свете красной (667,8 нм) и более яркой желтой (587,6 нм) линий. Из рисунка видно, что эта интерферограмма менее пригодна для измерений неровностей с

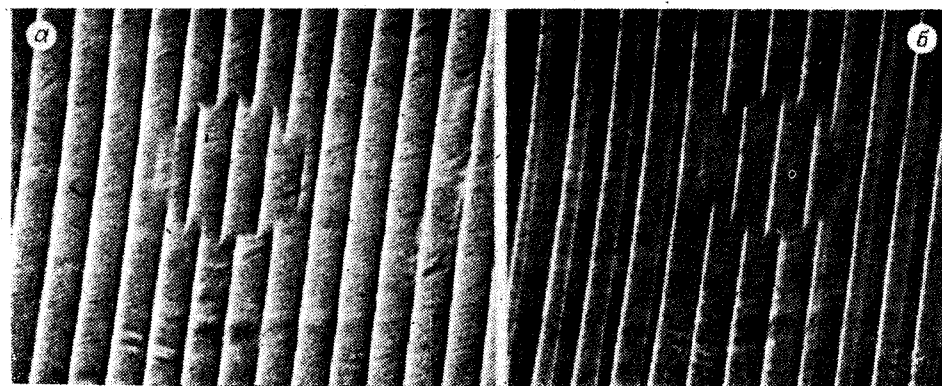


Рис. 2.

большой точностью, чем представленная на рис. 1. Однако интерференционная картина в свете нескольких длин волн позволяет идентифицировать выпуклости и углубления поверхности, а также дает возможность определить разницу порядков полос.

Достоинства предложенного варианта интерферометра Толанского проявятся в полной мере, если удастся изготовить несимметричное по отражению зеркало, параметры которого будут постоянны в широком интервале длин волн.

ЛИТЕРАТУРА

1. Tolansky S. Multiple-Beam Interferometry of Surfaces and Films.— Oxford: Oxford Univ. Press, 1949.
2. Троицкий Ю. В. Отражающий интерферометр на основе согласованной металлической пленки.— Письма в ЖЭТФ, 1970, т. 11, № 6.
3. Троицкий Ю. В. Интерферометрия высокого разрешения в отраженном свете.— В кн.: Новые методы спектроскопии. Новосибирск: Наука, 1982.
4. Каменев Н. Н., Троицкий Ю. В. Металлодиэлектрические зеркала с односторонним отражением света.— Опт. и спектр., 1983, т. 54, вып. 4.
5. Троицкий Ю. В. Равномерное освещение при помощи газового лазера.— Опт. и спектр., 1974, т. 37, вып. 5.

*Поступило в редакцию 28 марта 1984 г.;
окончательный вариант — 1 октября 1984 г.*

РЕФЕРАТЫ

УДК 681.3(088.8)

Цифровые генераторы функций. А н и ш и н Н. С. Автометрия, 1985, № 3.

Предложен и обоснован универсальный алгоритм генерации цифровых отсчетов произвольных функций. Алгоритм не содержит операций умножения и деления и поэтому прост в своей машинной реализации (аппаратной или программной на микропроцессорах). Приведены примеры алгоритмов работы конкретного генератора (логарифмической функции). Табл. 1, ил. 2, библиогр. 2.

УДК 681.787.6

Отражающий интерферометр Толанского с «необращенным» распределением интенсивности в полосах. Каменев Н. Н., Троицкий Ю. В. Автометрия, 1985, № 3.

Описан вариант интерферометра Толанского, в котором отраженные полосы равной толщины имеют вид узких светлых линий на темном фоне. Это достигается благодаря тому, что переднее опорное зеркало интерферометра представляет собой несимметричную металлодиэлектрическую структуру, не отражающую свет в сторону источника. Интерферометр может быть использован для исследования поверхности непрозрачных отражающих объектов. Ил. 2, библиогр. 5.