

- габаритно-присоединительные размеры ЭМПК не должны увеличивать габаритов двигателя;

- рабочее напряжение — 42 или 100 В;

- время полного открытия и полного закрытия (270° поворота коленчатого вала) — 0,0025—0,003 с;

- привод должен обеспечить мягкую посадку клапана на седло;

- необходимая сила посадки клапана (250—300 Н) должна гарантировать хорошую теплопередачу клапан — седло, что особенно важно для выпускного клапана;

- потребляемая мощность на каждый клапан при 6000 мин⁻¹ — не более 65 Вт.

Хотя ЭМПК является заманчивым техническим решением, его широкое применение с ис-

пользованием электромагнитов традиционной конструкции представляется проблематичным. Есть области, где преимущества возобладают над недостатками, например, на тихоходных дизелях судовых модификаций, не имеющих ограничений по массе и габаритам. Что же касается более компактных установок, то необходимость охлаждения электромагнитов, а главное — высокая стоимость, вызывает сомнения в практической ценности идеи ЭМПК двигателей внутреннего сгорания. Однако применение новых технических решений, таких, как использование в качестве изоляции керамики со специально подобранными свойствами (температурный коэффициент расширения, теплопроводность, электрическая прочность), открывает новые перспективы для силовых электромагнитов.

Статья поступила в редакцию 18 января 2005 г.

To the problem on the extreme accessible performances of power electromagnets

S. P. Kalugin, V. N. Balabin

Moscow State University of Communication, Moscow, Russia

Consideration is made to the opportunities the power electromagnets in a direction of achievement of higher specific exponents, and also account is taken on limits of such opportunities.

УДК 535.42

Голограммы, созданные на компьютере с помощью техники бинарных прямоугольных и кругообразных масок

Д. Данчулеску

Национальный колледж "Михай Витеазул", г. Бухарест, Румыния

К. Данчулеску

Бухарестский университет, г. Бухарест, Румыния

На базе техники бинарных прямоугольных масок для создания компьютерных голограмм в аналогичных целях развита техника бинарных кругообразных масок.

Зарегистрировав картину интерференции, созданную предметной волной и опорной волной, что определяет классическую голограмму, Lohmann с сотрудниками [1—4] продемонстрировали, как компьютер может воспроизводить на бумаге голограммы на базе техники бинарных прямоугольных масок. В данной работе с той же целью развита техника бинарных кругообразных масок. Обе техники пригодны для создания на компьютере голограмм предметов, которые могут быть легко описаны математически.

В данном смысле голограммы, созданные на компьютере, состоят из множества прямоугольных или кругообразных прорезей, нарисованных на черном фоне; их бинарное свойство облегчает создание голограмм. Размер прорези пропорционален модулю амплитуды, а ее позиция определена фазой. Как амплитуда, так и фаза вычисляются программой для каждой точки математически созданного предмета [5—13].

Данная работа объясняет принцип техники бинарных прямоугольных и кругообразных ма-

сок, используемых при создании на компьютере голограмм Френеля или Фраунгофера. В качестве иллюстрации развитого метода представлены две голограммы данного типа, созданные на компьютере с использованием этих двух техник, а также воспроизводимое ими изображение.

Теоретические основы компьютерного создания голограмм при использовании техники бинарных масок

Бинарная голограмма $H(u, v)$ плоского предмета $O(x, y)$ создана, если предмет освещен плоской световой наклонной волной, описываемой выражением

$$E(x_0, u) = e^{2\pi i x_0 u}.$$

Плоская световая наклонная волна создается собирающей линзой L_1 , размещенной между плоским предметом и плоскостью голограммы, как показано на рис. 1, а.

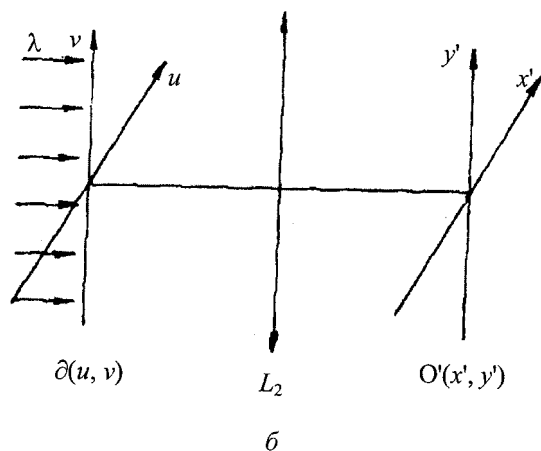
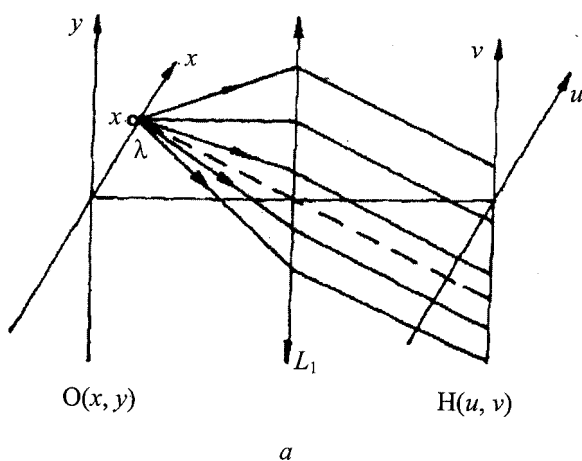


Рис. 1. Оптическая конфигурация:

а — голографической установки; б — двумерная конфигурация Фурье для получения фигуры дифракции Френеля или Фраунгофера

Голограмма представляет собой распределение комплексной амплитуды предмета $\tilde{O}(u, v)$, где u и v являются сокращенными координатами

$$u = \frac{x_H}{\lambda f}; \quad v = \frac{y_H}{\lambda f},$$

а x_H, y_H — реальные координаты в плоскости голограммы.

В двумерной конфигурации Фурье (рис. 1, б) вторая линза L_2 создает преобразование Фурье $O'(x', y')$ путем освещения бинарной голограммы $H(u, v)$ плоской волной, распределенной в падении по норме

$$O'(x', y') = \iint \tilde{O}(u, v) e^{-2\pi i (ux' + vy')} du dv.$$

В математических терминах бинарная функция $H(u, v)$ описывается следующим уравнением:

$$\tilde{O}(u, v) = \text{const} H(u, v) E(x_0, u).$$

В соответствии с образцовой теоремой размер голограммы ограничен условиями

$$|u| \leq \frac{v_{\max}}{2}; \quad |v| \leq \frac{v_{\max}}{2},$$

где $v_{\max}$ — значение, обратное разрешению $\Delta x = \Delta y$, определяемое плоским предметом

$$v_{\max} = \frac{1}{\Delta x} = \frac{1}{\Delta y}; \quad (\Delta x = \Delta y).$$

Функция $h(x', y')$ представляет собой амплитуду дифракционной голограммы $H(u, v)$ в плоскости изображения, где получаем изображение $O'(x', y')$.

В терминах бинарной прямоугольной голограммы значение $h(x', y')$ пропорционально $O'(x', y')$

$$h(x', y') = f\left(\frac{x'}{\Delta x}\right) f\left(\frac{y'}{\Delta y}\right) \iint H(u, v) e^{2\pi i [(x' + x_0)u + y'v]} du dv,$$

где

$$f(z) = \begin{cases} 1; & |z| \leq \frac{1}{2} \\ 0; & |z| > \frac{1}{2} \end{cases}$$

и

$$h(x', y') = \text{const} O'(x', y').$$

Для бинарной кругообразной голограммы функция $f(z)$ заменена функцией

$$g(x', y') = \begin{cases} 1; & x'^2 + y'^2 \leq r^2 \\ 0; & x'^2 + y'^2 > r^2 \end{cases}$$

Следовательно,

$$h(x', y') = g(x', y') \iint H(u, v) e^{2\pi i[(x' + x_0)u + y'v]} du dv.$$

Другими словами, кругообразная прорезь с радиусом r и описанная функцией g заменяет прямоугольную прорезь, описываемую функцией f .

Данные соображения находятся в соответствии с принципом Гюйгенса-Френеля, где каждая точка предмета, затронутая фронтом волны, становится новым точечным источником света.

Способ расчета голограмм, созданных на компьютере

Голограммы Френеля или Фраунгофера были рассчитаны с использованием матрицы с размером 128×128 . Размер каждой матрицы должен быть степенью 2: $m = 2^{mp}$; $n = 2^{np}$.

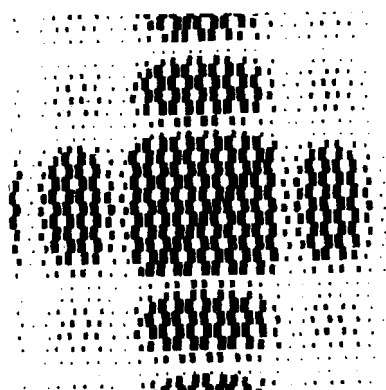
Каждая прямоугольная или кругообразная прорезь имеет площадь, пропорциональную амплитуде и смещенную на расстояние, пропорциональное фазе. Программа, которая создает голограммы Френеля или Фраунгофера, используя обе техники, состоит из двух частей.

В первой части, используя алгоритм Cooley-Tukey [14], рассчитывается преобразование Фурье, которое представляет собой картину дифракции типа Френеля или Фраунгофера. Это выражается в виде двух матриц: одна матрица содержит спектр амплитуды, соответственно; вторая матрица — спектр фазы.

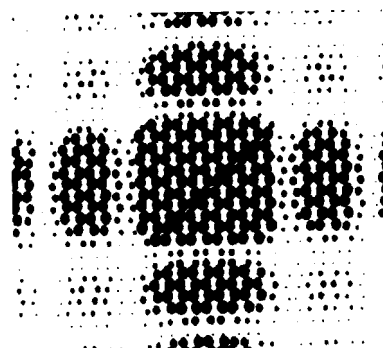
Во второй части программы рассчитывается матрица голограммы, используя эти две бинарные техники — прямоугольную и, соответственно, кругообразную. В завершение матрица голограммы воспроизводится на бумаге и потом уменьшается фотографически в определенное число раз. Каждая прорезь уменьшена до размера физической точки. Таким образом, получается голограмма, созданная на компьютере на базе техники бинарных прямоугольных или кругообразных масок.

Результаты испытаний

В качестве примера на рис. 2, а представлена голограмма квадрата, созданная на компьютере, в которой была использована техника бинарных прямоугольных масок.



а



б

Рис. 2. Голограмма, созданная на компьютере при использовании техники бинарных масок:

а — прямоугольных; б — кругообразных

На рис. 2, б представлена голограмма того же предмета, в которой была использована техника бинарных кругообразных масок.

Обе голограммы были уменьшены фотографически в 50 раз, используя объектив с фокусным расстоянием $f = 50$ мм. Потом они были зарегистрированы на голографических пластинках типа LP 2 ORWO.

При воссоздании изображения мы использовали параллельный и одноцветный луч, полученный от газового гелий-неонового лазера. Обе голограммы воссоздали одно и то же изображение, в данном опыте — изображение квадрата, как показано на рис. 3.



Рис. 3. Изображение, созданное компьютерной голограммой при использовании техники бинарных прямоугольных или кругообразных масок

Заключение

Используя как технику бинарных прямоугольных масок, так и технику бинарных кругообразных масок, на компьютере могут быть созданы голограммы Френеля или Фраунгофера. С этой целью для предмета, также созданного на компьютере, реализована программа, которая рассчитывает фигуру дифракции Френеля или Фраунгофера, базируясь на математическом алгоритме Cooley-Tukey. Полученные голограммы после фотографического уменьшения можно применять при воссоздании изображения, используя свет, произведенный газовым лазером.

Литература

1. Brown B. R. & Lohmann A. W.// Appl. Opt. 1966. № 5. V. 967.
2. Lohmann A. W. & Paris D. P.// Ibid. 1967. № 6. V. 1739.
3. Brown B. R. & Lohmann A. W.// IBM J. Res. Develop. 1969. № 3. V. 160.
4. Wai-Hon Lee// Appl. Opt. 1979. № 18. V. 3661.
5. Gerchberg R. W. & Saxton W. O.// Optik. 1972. № 35. V. 237.
6. Gallagher N. C. & Liu B.// Appl. Opt. 1973. № 12. V. 2328.
7. Bryngdahl O. & Wyrowski F.// Progr. in Opt. 1990. № E 28.
8. Watres J. P.// Phys. Lett. 1966. № 9. V. 405.
9. Leseberg D. & Frere C.// Appl. Opt. 1988. № 27. V. 3020.
10. Frere C. & Leseberg D.// Ibid. 1989. № 28. V. 2422.
11. Tommasi T. & Bianco B.// J. Opt. Soc. Am. 1993. № A 10. V. 299.
12. Loomis J. S.// Opt. Eng. 1980. № 19. V. 679.
13. Levy U., Marom E. & Mendlovic D.// Appl. Opt. 1998. № 8. V. 3044.
14. Cooley J. W. & Tukey J. W.// Math. Comp. 1965. № 19. V. 297.

Статья поступила в редакцию 15 марта 2005 г

Computer generated holograms using rectangular and circular binary mask methods

D. Danciulescu

Michay Viteazul National College, Bucharest, Romania

C. Danciulescu

Bucharest University, Bucharest, Romania

The method of circular binary masks was developed for generating computer holograms. It is created on the basis of a rectangular binary mask method.

* * *