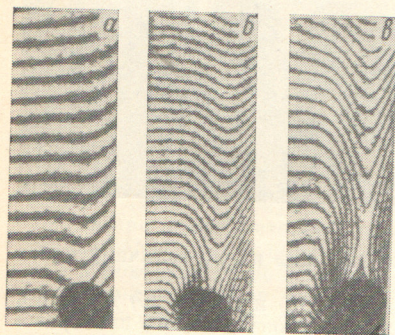


ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ КОМПЕНСАЦИИ АБЕРРАЦИЙ В ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ ПОВЫШЕННОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

В. Л. Афанасьева, Л. Т. Мустафина и В. А. Селезнев

Известно, что голографическая интерферометрия, основанная на использовании нелинейных свойств фотослоя (см., например, [1]), позволяет достичь больших увеличений чувствительности. Однако несовершенства оптических элементов схемы в этом методе не компенсируются, а их вклад в интерференционную картину увеличивается пропорционально номеру используемого порядка дифракции голограммы. В данном сообщении будет рассмотрен способ, позволяющий почти полностью исключить этот недостаток указанного метода.

Теме компенсации aberrаций посвящено сравнительно большое число печатных работ [2-8]. На отдельных этапах нижеописанный способ перекликается с некоторыми указанными и по своему характеру близок способу [9].



Интерференционные картины слабой оптической неоднородности, полученные при использовании восстановленных волн.

а — нулевого и первого, б — четвертого, в — седьмого порядков дифракции голограммы.

В отличие от указанных выше нами использована следующая методика. На одной фотопластинке способом двукратного экспонирования записывались волновые фронты, несущие информацию о фазовом объекте и качестве используемой оптики, исследуемый и волновой фронт сравнения. При этом запись волнового фронта сравнения производилась при небольшом изменении угла голографирования на величину $\Delta\alpha$. После обработки проводилось восстановление записанных волновых фронтов. Образованная при их взаимодействии интерференционная картина фотографировалась и далее использовалась в качестве новой голограммы. Освещая ее двумя лучками, осуществлялось наложение волн, восстанавливаемых в высших порядках дифракции.

Очевидно, что пространственная частота второй голограммы определяется в данном случае величиной $\Delta\alpha$. Использование подобных интерференционных картин в качестве голограммы является не новым приемом; достаточно, например, напомнить, что она составляет основу самой голограммы. Этот прием оригинально использован и в работе [10], однако безотносительно к вопросу компенсации искажений.

При реализации эксперимента искажения в объектном пучке имитировались введением некачественной пластины стекла. Ее несовершенства составляли $\sim 5\lambda$ на используемом поле диаметром 25 мм. Для уменьшения шума второй голограммы восстановление исходной голограммы производилось источником с малой степенью когерентности (ртутная лампа).

Заметим, что в рассмотренном способе можно сохранить возможность получения четких контуров объекта благодаря применению, например, оптического сопряжения плоскостей объекта и голограммы. К числу положительных сторон данного способа можно отнести и то, что он позволяет проводить запись первой голограммы на больших пространственных частотах. Такая запись часто необходима для уменьшения габаритов схемы и сокращения числа оптических элементов в ней. Видность интерференционных полос на второй голограмме при этом сохраняется максимальной, что крайне необходимо для создания нелинейной записи второй голограммы. Для этой же цели в эксперименте использовался контрастный фотоматериал и соответствующая обработка.

На рисунке приведены интерференционные картины, полученные при опробовании способа. Сравнивая интерферограммы, можно отметить, что его применение позволяет увеличить чувствительность более чем на порядок. Как и ожидалось, остаточные искажения на картинах значительно уменьшены. Их вклад проявляется более ощутимо лишь при сравнительно высокой чувствительности. Измерения, проведенные на подобных интерферограммах, показали, что в нашем случае они могли составлять значения $1/5\lambda$ при четырнадцатикратном увеличении чувствительности. По-видимому, при более тщательно подобранных условиях эксперимента их вклад можно существенно уменьшить. Напомним, что их появление вызывается в основном сдвигом ($\Delta\alpha$) и наклоном ($\Delta\alpha$) aberrационных волновых фронтов при восстановлении первой голограммы. В связи с этим уместно заметить, что величина остаточных искажений на данном этапе может контролироваться экспериментально, например по интерференционной картине, полученной с помощью голограммы, запись которой выполнена аналогично выше-

описанной, но без введения исследуемого объекта. При этом аналитическая оценка искажений может проводиться подобно тому, как показано в работах [11, 12].

Последующие операции способа могут также вносить искажения в конечные интерференционные картины. Их основными источниками могут быть усадка светочувствительного материала, на котором производится запись второй голограммы и ее абберационные свойства. Первому фактору в настоящее время посвящено сравнительно большое число публикаций, второй из них рассмотрен в работе [13].

Учитывая достигнутое увеличение чувствительности и величину остаточных искажений, можно грубо оценить, что приемлемая для измерений данным способом величина разности хода составит значение порядка 0.01λ .

В заключение отметим, что трудность дальнейшего увеличения чувствительности связана с уменьшением отношения сигнал—шум голограмм.

Литература

- [1] К. С. Мустафин, В. А. Селезнев, Е. И. Штырков. *Опт. и спектр.*, 28, 1186, 1970; авт. свид. № 272602, бюлл. изобр. № 19, 1970.
- [2] R. E. Brooks, L. O. Neffinger, R. F. Wuerker. *Appl. Phys. Lett.*, 7, 248, 1965.
- [3] I. Upatnieks, A. Vander Luy, E. Leith. *Appl. Opt.*, 5, 589, 1966.
- [4] H. Kogelnik, K. S. Pennington. *J. Opt. Soc. Am.*, 58, 273, 1968.
- [5] Ю. Н. Денисюк, И. Н. Давыдова. *Опт. и спектр.*, 28, 331, 1970.
- [6] А. Д. Гальперн, Ю. Н. Денисюк. *Опт. и спектр.*, 30, 340, 1971.
- [7] J. W. Goodman, W. H. Huntley, D. W. Jackson, M. Iohnan. *Appl. Phys. Lett.*, 8, 311, 1966.
- [8] А. Ф. Белозеров, А. И. Бывальцев, Л. Т. Мустафина, Н. М. Спорник. Автор. свид. № 396540, бюлл. изобр. № 36, 1973.
- [9] Л. О. Хефлиндер. Пат. США, № 3600097 (опублик. 17 августа 1971).
- [10] O. Bringdahl, A. W. Lohman. *J. Opt. Soc. Am.*, 58, 141, 1968.
- [11] И. И. Духопел, Т. В. Симоненко. *Оптико-механич. промышл.*, 8, 44, 1971.
- [12] А. К. Бекетова, Л. Т. Мустафина, А. Я. Смоляк. *Проблемы голографии (межвузовский сборник научных трудов)*, вып. III, М., 1973.
- [13] К. С. Мустафин, В. А. Селезнев. *Опт. и спектр.*, 29, 990, 1970.

Поступило в Редакцию 6 июля 1973 г.

УДК 539.184

О ЗАСЕЛЕННОСТИ ВЫСОКОВОЗБУЖДЕННЫХ СОСТОЯНИЙ АТОМОВ ЦЕЗИЯ

В. С. Воробьев и А. И. Глейзер

В работах [1-3] при экспериментальном исследовании свойств аргоно-цезиевой плазмы была обнаружена аномалия в заселении высоковозбужденных состояний атомов Cs. В этих экспериментах отмечалось, что в условиях, когда нижние уровни атома Cs с номерами $k \leq 14$ заселены с температурой распределения (T_p), равной температуре электронов (T_e), верхние уровни с $k > 14$ заселены с $T_p < T_e$. Типичная картина заселенностей представлена на рисунке (опыт в работе [1]): $T_e = 2460^\circ \text{C}$, $n_e = 10^{13} \text{ см}^{-3}$, где точки соответствуют величинам $\lg(n_k/g_k)$ (n_k — концентрация атома в k -состоянии, g_k — статистический вес этого состояния) при различных энергиях E , отсчитанных от основного состояния, I — потенциал ионизации атомов цезия. Цифры на оси абсцисс соответствуют главным квантовым числам уровней. Отметим, что в работе [2] аналогичный ход заселенностей наблюдался в разряде чистого Cs.

Поскольку в рассматриваемых экспериментах $T_a < T_e$, то в принципе возможно объяснение аномального хода заселенности влиянием столкновений с атомами, которые стремятся установить больцмановское распределение с $T_p = T_a$. Высказывались раз-

