

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 666.189.2 : 535

ИССЛЕДОВАНИЕ ЧАСТОТНО-КОНТРАСТНЫХ
ХАРАКТЕРИСТИК ФОКОНОВ

С. Ф. Голуб, М. П. Значенок, Д. М. Накаидзе и К. Г. Предко

В ряде электронно-оптических воспроизводящих или передающих изображение систем используются многожильные фоконы, представляющие собой спеченные волоконнооптические детали с различным диаметром волокон на торцах. Применение фоконов обусловлено возможностью изменения с их помощью масштаба изображения, повышения концентрации излучения, увеличения разрешающей способности и соответственно информационной емкости воспроизводящей системы в целом. Качество формируемого фоконом изображения в значительной степени определяется его частотно-контрастной характеристикой (ЧКХ), которая зависит как от технологии изготовления фокона, так и от ряда его геометрических параметров. К настоящему времени более детально изучены ЧКХ плоских стекловолоконных планшайб [1-4]. Подробное исследование ЧКХ фоконов практически отсутствует. Измерению ЧКХ фоконов от их некоторых параметров и посвящено настоящее сообщение.

Определение частотно-контрастных характеристик фоконов проводилось на установке, принцип действия которой состоит в следующем. Световой поток от источника света, лампы накаливания типа КИМ9-75, с помощью конденсора создает равномерную освещенность в плоскости входной щели типа УФ-11. Ее изображение объективом типа ОМ-5 с десятикратным уменьшением проецируется на входной торец фокона. С его входного торца изображение щели микрообъективом типа ОМ-5 переносится в плоскость приемной щели типа УФ-1. Ее ширина была всегда в 5-10 раз уже размытого изображения входной щели. Прошедший через приемную щель световой поток попадает на катод фотоумножителя типа ФЭУ-84. Электрический сигнал от него подавался на предварительный усилитель — модулятор, работающий на частоте 30 кГц, милливольтметр В6-4, синхродетектор КЗ-2 и регистрировался микроамперметром М-95.

Апертуры осветительного и приемного микрообъективов были равны 0,3, исследованных фоконов — примерно 0,4. Осветительную и приемную ветви установки можно поворачивать на углы 40° относительно торцов фокона.

Вышеописанная установка позволяла реализовать метод измерения ЧКХ фоконов, основанный на измерении функции контрастности светлой полосы $C(b)$. Эта функция представляет собой отношение светимости $J(b)$ центра изображения щели переменной ширины b к светимости J_0 изображения достаточно широкой щели, когда светимость в ее центре не зависит от величины b . Учитывая линейность и изопланатизм мозаичной картины изображения торца фокона, для световых полосок шире диаметра волокон [2] искомую ЧКХ можно найти с помощью гармонического анализа функции $1-C(b)$ по следующей формуле [5]:

$$T(\nu) = 1 - \pi \nu \int_0^{\infty} [1 - C(b)] \sin \pi \nu b db, \quad (1)$$

где ν — пространственная частота.

Следует отметить, что данный способ является точным, более простым и удобным по сравнению с используемыми [6, 7]. Общая погрешность определения $I(\nu)$ по формуле (1) обычно не превышает 5%.

На рис. 1 представлены зависимости $I(\nu)$ при различных углах φ скоса фокона. Во избежание случайных технологических ошибок в изготовлении фоконов различных скос торца производился на одном и том же фокоме. Условия полировки скошенных торцов сохранялись идентичными. Проецирование светлого штриха от входной щели осуществлялось по нормали к скошенному торцу фокона. Измерение светимости в центре изображения штриха на другом торце фокона производилось также по нормали к торцу. Такой случай передачи и наблюдения изображения является наиболее распространенным в реальных воспроизводящих системах. Светлый штрих от щели проецировался на большой скошенный торец фокона таким образом, что он был параллелен малой оси эллипса срезанных волокон фокона. Пространственные частоты ν приведены к плоскости наблюдения с учетом коэффициента увеличения фокона $\gamma = s_1/s_2$, где s_1 и s_2 — размеры предмета и его изображения на большом и малом торцах соответ-

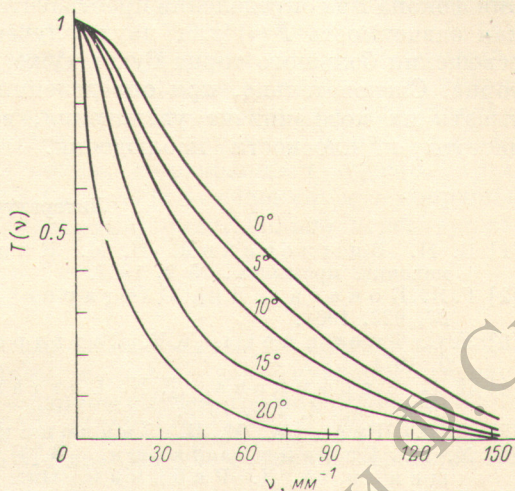


Рис. 1. Зависимость частотно-контрастной характеристики от угла скоса торца фокона. Цифры у кривых соответствуют углу φ скоса.

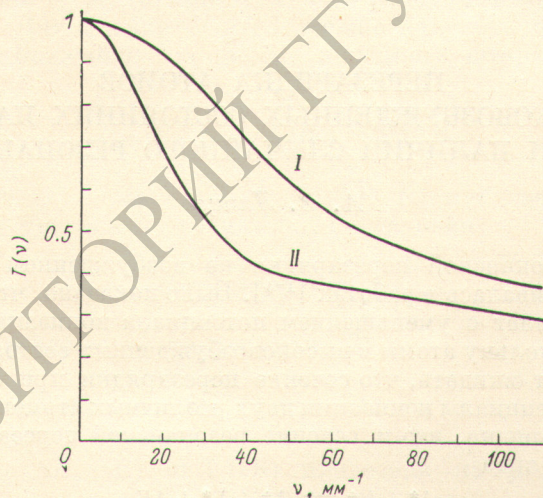


Рис. 2. Частотно-контрастные характеристики фокона при формировании изображения на малом (I) и большом (II) торцах.

ственно. Как следует из рис. 1, ЧКХ фокона значительно уменьшаются с увеличением угла скоса торца. Так, для $\nu = 60$ $1/\text{мм}$ и изменении φ от 0 до 20° контраст уменьшается примерно на порядок. При больших значениях φ измерения $C(b)$ не проводились из-за значительного уменьшения пропускания фокона с увеличением угла скоса [8]. Снижение контраста с увеличением φ , по-видимому, в основном объясняется увеличением доли рассеянного светового потока внутри волоконнооптической детали, т. е. усилением влияния эффекта трех колец.

На рис. 2 приведены ЧКХ фокона с прямыми торцами для двух случаев передачи изображения: с большого торца на малый (I) и с малого на большой (II). Как видно из рис. 2, контраст изображения получается существенно выше на малом торце фокона, что находится в соответствии с имеющимися в литературе соображениями [7]. Отметим, что без учета увеличения фокона при определении пространственной частоты наблюдается обратная зависимость $I(\nu)$ для двух случаев. А именно ЧКХ фокона при освещении большого торца будет хуже, чем ЧКХ при освещении малого торца. Следовательно, при определении ЧКХ фоконов необходимо учитывать их коэффициент увеличения, всегда приводя пространственные частоты к плоскости наблюдения.

Литература

- [1] В. Н. Вишневский, Н. М. Климов, Ю. Е. Симкин. Опτικο-механич. промышл., № 9, 1967.
- [2] Г. Я. Конаева, Д. К. Саттаров, Л. С. Трофимова. Опт. и спектр., 25, 922, 1968.
- [3] Л. С. Трофимова, Д. К. Саттаров. Опτικο-механич. промышл., № 10, 9, 1971.
- [4] Л. С. Трофимова, Д. К. Саттаров, Г. Я. Конаева. Электрон. техн., сер. 4, 104, 1973.
- [5] К. Г. Предко, М. П. Значенок. Ж. прикл. спектр., 10, 1019, 1969.
- [6] Х. И. Гаприндашвили, В. И. Кобонов, Ю. Л. Чибилашвили, А. Д. Рябинин. Опт. и спектр., 33, 561, 1972.
- [7] Д. К. Саттаров. Волоконная оптика, Л., 1973.
- [8] В. Б. Вейнберг, Д. К. Саттаров. Оптика световодов. Л., 1977.

Поступило в Редакцию 15 мая 1978 г

УДК 539.184.5.01

ПЕРЕЗАРЯДКА АТОМОВ В ВЫСОКОВОЗБУЖДЕННЫХ СОСТОЯНИЯХ НА ИОНАХ ПРИ НАЛИЧИИ СЛУЧАЙНОГО РЕЗОНАНСА

А. В. Ляпцев

Реакция резонансной перезарядки на возбужденном атоме теоретически рассматривалась в работах [1-4]. Было показано, что сечение такой реакции возрастает с уменьшением потенциала ионизации I пропорционально I^{-2} . Поскольку атомы в высоковозбужденных состояниях водородоподобны, следует ожидать, что сечение перезарядки при случайном резонансе, когда потенциалы ионизации двух различных атомов I_A и I_B близки, будет того же порядка, что и сечение резонансной перезарядки. В таком случае реакция вида



является резонансной с максимумом при $\Delta E = 0$ и достаточно большим сечением. Как показано в работе [5], такие реакции могут иметь большое значение при создании инверсионной заселенности возбужденных уровней атомов в плазме. Реакция перезарядки (1) будет наиболее близка по своим характеристикам к реакции резонансной перезарядки в случаях, когда атомы А и В близки по своим свойствам, например в случае перезарядки ионов щелочных металлов на атомах водорода в возбужденных состояниях [6]. В настоящей работе мы покажем, при каких условиях реакция (1) будет иметь резонансный характер, и оценим ширину резонанса ΔE , при которой сечение перезарядки близко к максимальному. Мы будем считать, что столкновения являются медленными, однако скорости частиц