

ФОРМА ВОЛНОВОГО ФРОНТА И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ КОГЕРЕНТНОСТЬ ИЗЛУЧЕНИЯ В ГИГАНТСКОМ ИМПУЛЬСЕ РУБИНОВОГО ОКГ

А.М.Леонтович, М.Н.Попова, М.Я.Щелев

Форма волнового фронта и пространственная когерентность экспериментально хорошо изучены для ОКГ в свободном режиме [1-3], но для ОКГ в режиме гигантского импульса подобных исследований не проводилось.

В настоящей работе изучалась пространственная когерентность и форма волнового фронта излучения гигантского импульса рубинового ОКГ с затвором на ячейке Поккельса. Затвор состоял из кристалла КДП и поляризатора – стопы стеклянных пластинок, помещавшихся между плоским зеркалом с коэффициентом отражения 98% и кристаллом рубина длиной 120 и диаметром 11,6 мм. Второе зеркало, находившееся на расстоянии 70 см от первого, имело коэффициент отражения 30%. Энергия гигантского импульса составляла 0,1–1 дж, полная длительность 30+50 нсек.

Как известно (см. [4]), пространственная когерентность двух точек волнового поля определяется по контрастности интерференционных полос, получаемых при дифракции Фраунгофера на диафрагме из двух отверстий (схема Юнга). Интегральные снимки, полученные с помощью

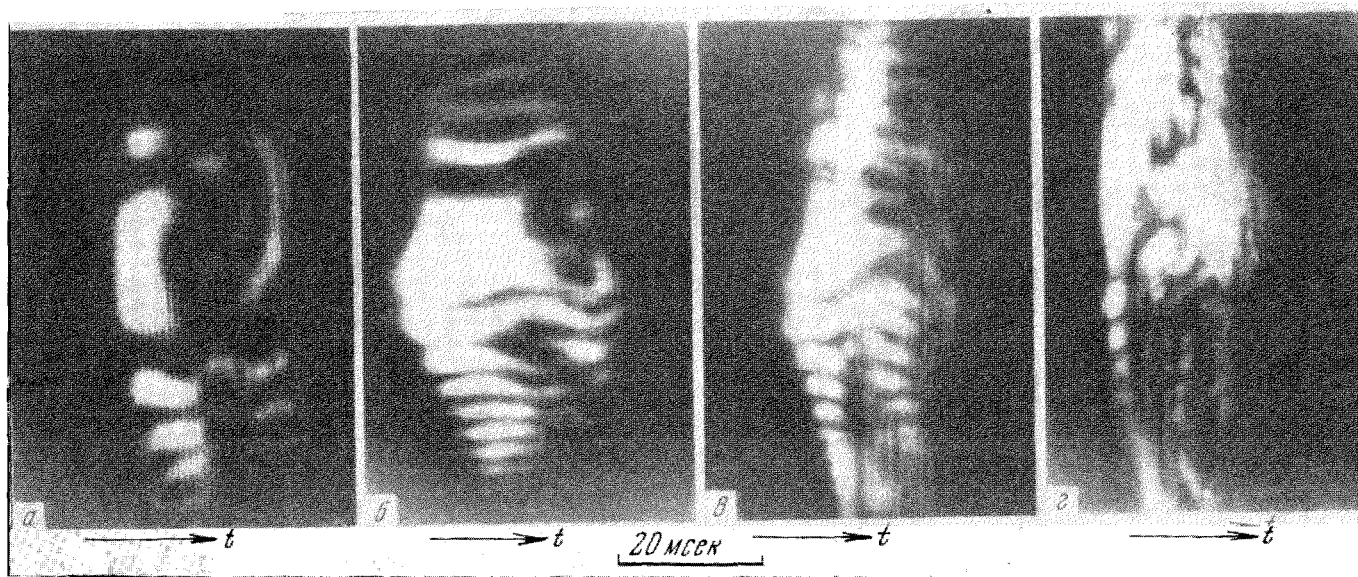


Рис. 2 Временные развертки интерферограмм волнового фронта излучения гигантского импульса при разных превышениях энергии накачки $E_{\text{нак}}$ над пороговой энергией накачки $E_{\text{пор}}$: *а* — $E_{\text{нак}}/E_{\text{пор}} = 1,1$; *б* — $E_{\text{нак}}/E_{\text{пор}} = 1,1$; *в* — $E_{\text{нак}}/E_{\text{пор}} = 1,3$; *г* — $E_{\text{нак}}/E_{\text{пор}} = 1,8$. Модуляция интенсивности во времени, видная на снимках, вызвана бисием мод, имеющих разные аксиальные индексы

такой схемы за время одного гигантского импульса, показали, что интерференционные полосы оказались сильно смазанными. Это означает, что пространственная когерентность за время всего импульса не сохраняется, т.е. изменяются относительные фазы и амплитуды в изучаемых двух точках. Другими словами, изменяется форма волнового фронта.

Для измерения формы волнового фронта мы использовали схему интерферометра Линника, в которой можно получать информацию о всем волновом фронте сразу, а не только об относительных фазах двух точек, как в схеме Юнга. В этой схеме сразу за зеркалом ОКГ стояла стеклянная пластинка с алюминиевым, частично пропускающим, покрытием, в котором имелось отверстие диаметром 0,3 мм. Излучение генерации, прошедшее через покрытие, интерферировало со сферической волной ("эталонной"), получавшейся в результате дифракции на отверстии. Интерференционная картина представляла собой полосы равной высоты изучаемого волнового фронта по отношению к сферической эталонной волне. Она снималась на расстоянии 148 см, на котором получалась наиболее четкой, что проверялось с помощью газового лазера. (Аналогичная схема использовалась в [3] для изучения волнового фронта при свободной генерации.) Интегральные снимки, полученные за один гигантский импульс (рис.1, см.вклейку), представляли собой вытянутые нерезкие кольца.

Развитие волнового фронта исследовалось с помощью электронно-оптического преобразователя (ЭОП), работавшего в режиме щелевой развертки, с разрешением во времени 0,5 нсек (так же, как в [5]). При этом интерференционная картина, состоявшая из колец, проектировалась на щель ЭОПа, так что щель проходила через центр картин.

На рис.2 (см.вклейку) приведены примеры подобных разверток при разных энергиях накачки. По промежуткам между полосами, по формулам, приведенным в работе Бондаренко и др. [3], можно было вычислить расстояние центра кривизны волнового фронта излучения генерации от переднего зеркала генератора. В среднем оно оказалось равным 230 ± 20 см.* Сдвиг картины во времени отражает изменение волнового фронта в плоскости щели. В течение первых 10–15 нсек, когда происходит "разбегание" поля генерации [5], обычно наблюдается лишь плавный сдвиг полос, без резких скачков. В некоторых случаях вся система полос смещается вверх или вниз (см. например, рис.2, а), иногда происходит уменьшение размера центральной полосы (рис.2, б), почти без изменений размеров периферических полос. Это указывает на изменение наклона фронта волны в вертикальной, или, соответственно, в горизонтальной плоскостях без изменения радиуса кривизны фронта. Это изменение наклона достигает величины $2,5^\circ$, что согласуется с изменениями направленности при развитии излучения гигантского импульса, полученными ранее [5]. После окончания разбегания поля ход полос носит скачкообразный характер, причем скачки происходят в среднем через 3–4 нсек. Такая картина объясняется скачкообразными перераспределениями фазы на фронте волны и изменением наклона фронта. Радиус кривизны фронта изменяется при этом не более, чем на ± 20 см. При повышении

накачки число скачков увеличивается. Зависимость среднего числа скачков от накачки приведена в таблице.

Таким образом, форма волнового фронта волны излучения генерации не остается неизменной в течение гигантского импульса. В период развития поля генерации наблюдается плавное изменение наклона фронта

Т а б л и ц а

Зависимость среднего числа скачков фазы \bar{n} от превышения накачки $E_{\text{нак}}$ над пороговой энергии накачки $E_{\text{пор}}$. \bar{n} вычислялось путем усреднения числа скачков n по всем снимкам при данной накачке

$E_{\text{нак}} / E_{\text{пор}}$	\bar{n}
1,10	2,8 ± 0,1
1,25	3,7 ± 0,1
1,30	3,9 ± 0,2
1,50	4,7 ± 0,2
1,80	7 ± 1
1,95	6,3 ± 0,5

волны в одну сторону. Это изменение наклона фронта можно объяснить теорией развития излучения генерации гигантского импульса [6]. С другой стороны, скачки фазы и изменения наклона, получающиеся после того, как развитие поля закончилось, по теории [6] не должны были бы получаться. Возможно, это объясняется тем, что теория [6] разработана для плоскопараллельных резонаторов или близких к ним, а в действительности резонатор ОКГ не является плоскопараллельным из-за оптических неоднородностей кристаллов рубина. Вероятно, наибольшую роль здесь играют мелкие неоднородности типа свилей, а не общая "линзовость" кристалла, которая учитывается в теории [6].

Авторы выражают благодарность М.Д.Галанину и В.В.Коробкину за обсуждение.

Физический институт
им. П.Н.Лебедева
Академии наук СССР

Поступило в редакцию
15 февраля 1967 г.

Литература

- [1] М.Д.Галанин, А.М.Леонтович, З.А.Чижикова. ЖЭТФ, 43, 347, 1962.
- [2] А.М.Леонтович, А.П.Ведута. ЖЭТФ, 46, 71, 1964.
- [3] Н.Г.Бондаренко, И.В.Еремина, В.П.Таланов. ЖЭТФ, 46, 1500, 1964.

Вклейка к ст. В. С. Старунова и др. (стр. 317)



Интерференграмма света, рассеянного хинолином в z - и x -поляризациях при 20°C , C — центральная компонента, MB — компоненты Манделъштама — Бриллюэна в z -поляризации; KD — компоненты дублета крыла линии Релея в x -поляризации

Вклейка к ст. А. М. Леонтовича и др. (стр. 314)

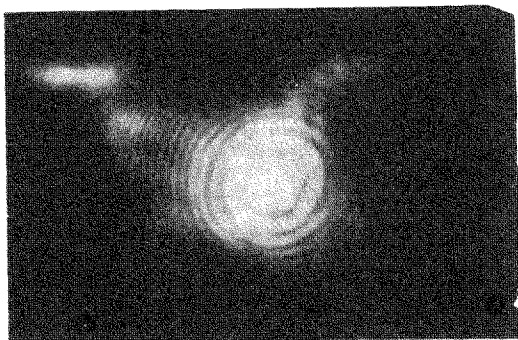


Рис. 1. Интерференграмма волнового фронта излучения гигантского импульса, снятая по схеме Линника. Энергия накачки превышает пороговую на 10%

- [4] L.Mandel, в кн. 'Progress in Optics', v.II, ed. E. Wolf, Amsterdam, 1963. pp. 183-250.
- [5] В.В.Коробкин, А.М.Леонтович, М.Н.Попова, М.Я.Шелев. Письма ЖЭТФ, 3, 301, 1966.
- [6] В.С.Летохов, А.Ф.Сучков. ЖЭТФ, 50, 1148, 1966.

* Эта величина получена для одного кристалла, и, вероятно, зависит от неоднородностей рубиновых образцов.