

## СКОРОСТНОЕ ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ФОТОГРАФИРОВАНИЕ ПЛАЗМЫ С ЗАПИСЬЮ ИНТЕРФЕРОГРАММ НА МАГНИТНУЮ ЛЕНТУ ВИДЕОМАГНИТОФОНА

В.А. Грибков, О.Н. Крохин, В.И. Михайлов, В.Я. Никулин

УДК 621.378.9:533.9.01

*Описана методика скоростного интерферометрического фотографирования плазмы с записью интерферограмм на магнитную ленту видеомагнитофона "Электроника-501", позволяющая получить экспресс-информацию о состоянии плазмы в установке "Флора".*

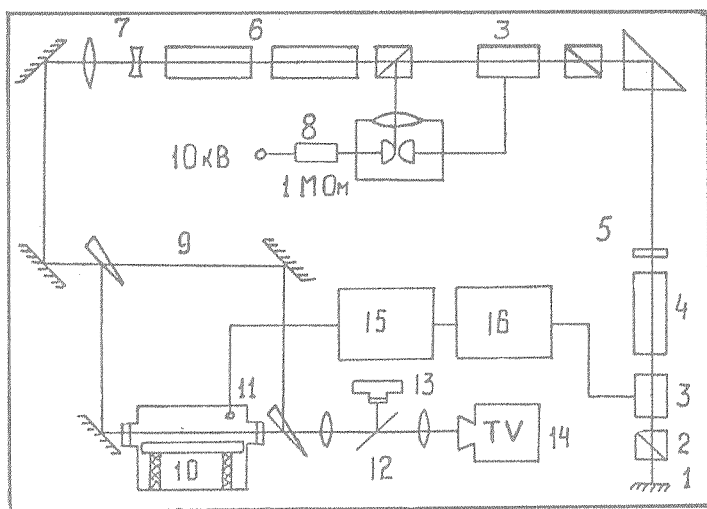
В исследованиях физических процессов, протекающих в горячей импульсной плазме, широко применяется лазерное скоростное фотографирование с регистрацией изображения на фотоматериале (см., напр., /1/). Однако такой метод, наряду с несомненными достоинствами высокого пространственного разрешения и нечувствительности к электрическим помехам, обладает отдельными недостатками: 1) не позволяет получить экспресс-информацию немедленно после пуска установки; 2) приводит к сложному, многоступенчатому и, следовательно, длительному процессу последующей качественной обработки изображения.

Нами разработана и создана диагностическая система, свободная от этих недостатков. Она была с успехом применена для исследования быстротекущих плазменных процессов в электроразрядном устройстве типа плазменный фокус (ПФ) установки "Флора" /1/. Особенно эффективным оказалось применение данной методики при введении установки ПФ в заданный режим работы. Кроме того, возможность получения экспресс-информации этим методом значительно упростила контроль временной и пространственной синхронизации импульса мощного лазера с моментом образования плазменного сгустка на оси установки ПФ при проведении исследований по комбинированным методам нагрева плазмы с помощью релятивистских электронных потоков и лазерного излучения /2/.

Оптическая схема данной диагностической установки приведена на рис. 1. В качестве источника излучения использовался рубиновый лазер с модулированной добротностью. Формирование светового импульса

длительностью 1 нс осуществлялось электрооптическим затвором, состоящим из поляризаторов и ячейки Поккельса, управляемой импульсом высокого напряжения, генерируемого разрядником с лазерным поджигом. На выходе лазера пучок света расширился с помощью телескопа и направлялся в интерферометр Маха – Цендера, в одном из плеч которого размещался исследуемый плазменный объект. Для синхронизации лазера и ПФ использовался сигнал магнитного зонда, имеющий характерный пик в момент прохода токовой оболочки места нахождения зонда.

Изображение объекта проецировалось с трехкратным уменьшением на фотокатод видикона ЛИ437-1, являющегося составной частью телекамеры "Электроника-841", и записывалось на магнитную ленту с помощью видеоманитофона "Электроника-501". Видикон ЛИ437-1 представляет собой телевизионную трубку с электростатической фокусировкой и магнитным отклонением луча. Диаметр фотокатода – 1 см, разрешающая способность – 450 линий, неравномерность фона – 14%, относительный остаточный сигнал через 40 мкс после прекращения освещения – 35%, мини-



Р и с. 1. Оптическая схема диагностической установки: 1 – зеркало,  $R = 100\%$ ; 2 – поляризатор; 3 – ячейка Поккельса; 4 – генератор; 5 – плоскопараллельная пластинка; 6 – усилители; 7 – телескоп; 8 – разрядник; 9 – интерферометр Маха – Цендера; 10 – камера ПФ; 11 – магнитный зонд; 12 – зеркало,  $R = 98\%$ ; 13 – фотоаппарат; 14 – телевизионная камера; 15 – блок задержки; 16 – модулятор

мальная освещенность — 100 лм, максимальная — 10000 лм, отношение сигнала к шуму — 40 дБ.

Пространственное разрешение метода в плоскости объекта в нашем случае составило величину  $M_1 = 150$  линий/см, что больше, чем разрешение, определяемое дифракцией на неоднородности в исследуемой плазме:  $M_2 = (\sqrt{\lambda d})^{-1} = 120$  линий/см ( $\lambda = 0,69$  мкм — длина волны излучения лазера,  $d$  — диаметр объекта).

Временное разрешение метода определялось длительностью импульса рубинового лазера.

Регистрация коротких световых импульсов ( $\sim 1$  нс) с помощью телевизионной аппаратуры оказалась возможной благодаря сравнительно продолжительному времени послесвечения фотокатода видикона. При этом одна и та же интерференционная картинка записывалась с помощью видеоманитофона на два-три телевизионных кадра.

В нашем случае это оказалось весьма существенным достоинством методики, так как вследствие высокого уровня электромагнитных полей, сопровождающих работу ПФ, первый кадр записывался с искажениями, в то время как последующие кадры получались совершенно свободными от каких-либо недостатков.

Другим достоинством данного метода является возможность компактного хранения информации, так как на стандартную ленту видеоманитофона записывается около  $10^4$  интерферограмм.

В настоящее время ведется работа по оцифровке телевизионного изображения, что позволит вводить его в память и обрабатывать вычислительно-управляющим комплексом на основе ЭВМ "Вэформика" /3/.

Данная методика может найти широкое применение в любых других диагностиках, требующих записи и хранения оптического изображения. С помощью аналогичных видеоманитонов нами также записывались и хранились различные осциллограммы.

Авторы благодарны А.В. Дубровскому, А.А. Тихомирову и А.Е. Гурею за помощь в налаживании методики.

Поступила в редакцию 28 октября 1983 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ю.В. Афанасьев и др., Труды ФИАН, 103, 202, "Наука", М., 1978 г.
2. В.А. Грибков и др., Труды ФИАН, 127, 32, "Наука", М., 1980 г.
3. В.М. Климов, Доклад на III Всесоюзном совещании по диагностике высокотемпературной плазмы, Дубна, 12-16 сентября 1983 г.