

# Math-Net.Ru

All Russian mathematical portal

A. N. Kolerov, G. D. Petrov, Определение концентрации электронов в плазме трехзеркальным субмиллиметровым лазерным интерферометром, *TVT*, 1973, Volume 11, Issue 5, 1107–1108

<https://www.mathnet.ru/eng/tvt9952>

Use of the all-Russian mathematical portal Math-Net.Ru implies that you have read and agreed to these terms of use

<https://www.mathnet.ru/eng/agreement>

Download details:

IP: 18.97.14.85

May 19, 2025, 02:37:54



КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 533.9.082.5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЭЛЕКТРОНОВ В ПЛАЗМЕ  
ТРЕХЗЕРКАЛЬНЫМ СУБМИЛЛИМЕТРОВЫМ  
ЛАЗЕРНЫМ ИНТЕРФЕРОМЕТРОМ

А. Н. Колеров, Г. Д. Петров

Коэффициент преломления  $n_e$  плазмы с концентрацией электронов  $N_e$  для излучения с длиной волны  $\lambda$  можно записать в виде [1, 2]

$$n_e = 1 - 4,46 \cdot 10^{-14} N_e \lambda^2.$$

Величина  $|n_e - 1|$  растет с  $\lambda$  [3], поэтому представляется перспективным переход от оптического к субмиллиметровому (СБМ) диапазону длин волн. Интерферометры, использующие этот диапазон, обладают рядом ценных качеств. Так, при наличии в плазме взвешенных частиц волны СБМ диапазона затухают значительно слабее, чем оптические. СБМ интерферометры значительно устойчивее к вибрациям и изменениям температуры, чем аналогичные приборы оптического диапазона.

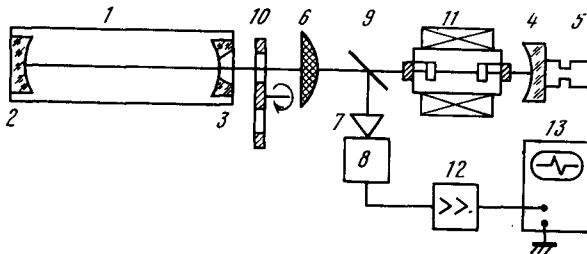


Рис. 1. Принципиальная схема измерительной установки (пояснения в тексте)

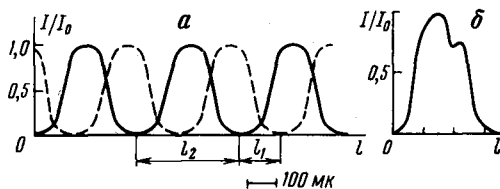


Рис. 2. Изменение амплитуды сигнала при смещении зеркала 4 (а) и контур интерференционной линии (б):

1—без плазмы; 2—с плазмой

В [4] показана возможность измерения концентрации электронов в плазме с помощью двухлучевого СБМ интерферометра. Эта работа посвящена экспериментальному определению концентрации электронов с помощью трехзеркального СБМ лазерного интерферометра.

Схема установки приведена на рис. 1. Здесь 1 — прокачной лазер непрерывного действия, работающий на смеси метана и азота с длиной волны излучения  $\lambda = 337 \text{ мк}$ . Резонатор лазера длиной 256 см образован вогнутыми зеркалами 2 и 3 с радиусами кривизны 520 см. В зеркале 3 имеется отверстие связи диаметром 6 мм. Подвижное вогнутое зеркало 4 с радиусом кривизны 130 см составляет связанный с лазерным резонатором. Длина связанного резонатора менялась от 80 до 130 см. Зеркало 4 может перемещаться вдоль оптической оси микрометрическим винтом 5 с точностью  $\pm 0,5 \text{ мк}$ .

Для уменьшения расходимости пучка в оптический тракт вводится собирающая линза 6 из фторопласта. Излучение выводится из резонатора делителем 9 (полиэтиленовой пленкой толщиной 50 мк). Излучение лазера модулируется с частотой 28 гц обтуратором 10 и согласующим рупором 7 собирается на приемник 8. После детектирования и усиления селективным усилителем 12 сигнал регистрируется осциллографом 13. Исследуется плазма вакуумной дуги 11, находящаяся в продольном магнитном поле [5, 6]. Electroды дуги выполнены в виде полых, соосно расположенных цилиндров из тугоплавкого металла (титана и молибдена). Расстояние между торцами электродов 1 см. Пространственное разрешение интерферометра определяется диаметром диафрагм (10 мм), установленных на электродах.

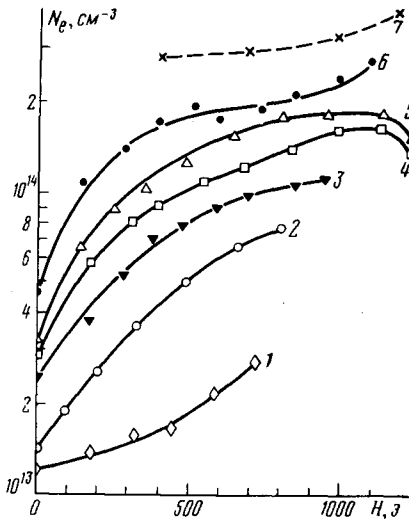


Рис. 3. Концентрация электронов в зависимости от напряженности магнитного поля ( $P_{Ar}=1,5$  мм рт. ст.):

1— $I=1a$ ; 2—3,5a; 3—6a; 4—8a; 5—10a; 6—14a; 7—по фарадеевскому вращению [6] при  $P_{Ar}=5$  мм рт. ст.,  $I=11 a$

Минимально определяемый сдвиг составляет примерно 0,05 полосы, что соответствует интегральной чувствительности порядка  $\delta(N_e \cdot L) = 1,6 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-2}$ . При использовании инерционных приемников может появиться неопределенность в целое число полос и поэтому определение интегральных значений  $N_e \cdot L > 3 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}$  в этом случае невозможно. При использовании малоинерционных приемников, когда возможен счет интерференционных полос, верхний предел измерений задается снижением контрастности картины вследствие поглощения и составляет  $(6/8) \cdot 10^{15} \text{ см}^{-2}$ . Влияние магнитного поля на работу интерферометра проявляется во вращении плоскости поляризации и росте поглощения [6].

Найденные значения концентрации электронов в зависимости от величины тока и продольного магнитного поля приведены на рис. 3. Каждая точка получена усреднением по серии из десяти измерений. При полях  $H < 300$  э относительная погрешность не превышала 30%, а при полях  $H > 300$  э — не более 15—20%. На этом же рисунке отложена та же зависимость, найденная по вращению плоскости поляризации [6] (рис. 3, пунктирная кривая). В области полей выше 400 э ход кривых примерно одинаков, но интерферометрически получены несколько меньшие концентрации электронов, что связано с худшим пространственным разрешением интерферометра.

ВНИИФТРИ

Поступило в редакцию  
13 2 1973

#### ЛИТЕРАТУРА

1. S. Martellucci. Nuovo Amento, 5, 642, 1967.
2. Г. Д. Петров. Измерительная техника, № 12, 5, 1968.
3. W. V. Johnson. IEEE Trans. PA 15, № 1, 152, 1967.
4. Г. Д. Петров, А. И. Петряков, П. А. Самарский. Теплофизика высоких температур, 10, 181, 1972.
5. В. Е. Голант, М. В. Кривошеев, В. Е. Привалов. Ж. техн. физ., 34, 935, 1964.
6. А. Н. Колеров, В. Д. Кутовой, Г. Д. Петров. Теплофизика высоких температур, 11, 659, 1973.
7. J. V. Gerardo, J. T. Verdeyen. Proc. IEEE, 52, 620, 1964.