

- [5] Г.И. Зайцев, Ю.И. Кызыласов, В.С. Старунов, И.Л. Фабелинский. Письма ЖЭТФ, 6, , 1967.
- [6] Д.И. Маш, В.С. Старунов, Е.В. Тиганов, И.Л. Фабелинский. ЖЭТФ, 49, 1764, 1965.
- [7] Д.И. Маш, В.В. Морозов, В.С. Старунов, Е.В. Тиганов, И.Л. Фабелинский. Письма ЖЭТФ, 2, 246, 1965.
- [8] Е.В. Тиганов. Письма ЖЭТФ, 4, 385, 1966.
- [9] R.G. Brewer, Appl. Phys. Lett., 9, 51, 1966.
- [10] А.А. Чабан. Письма ЖЭТФ, 3, 73, 1966.

* Эти измерения выполнены С.В. Кривохижа.

ПЛАЗМА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВЕЩЕСТВО ЛУЧА ЛАЗЕРА С НЕМОДУЛИРОВАННОЙ ДОБРОТНОСТЬЮ

*Т.У.Арифов, Г.А.Аскаръян, М.С.Рабинович, И.М.Раевский,
Н.М.Тарасова*

Почти все работы по созданию плазмы в луче лазера проводились с лазерами с модулированной добротностью, дающими излучение большой мощности (от мегаватта и выше). Лазеры в обычном режиме генерации (с мощностью $1+10 \text{ кэВ}$) использовались лишь для испарения, прожигания и пробивания вещества, причем плазма, возникающая в этих случаях, практически не исследовалась, кроме скудных данных о термоионной и термоэлектронной эмиссии, полученных с помощью зондов.

В то же время такое получение плазмы представляет интерес ввиду больших энергий излучения лазеров с немодулированной добротностью ($10+1000 \text{ Дж}$), допускающих получение больших количеств плазмы, и ввиду большого времени генерации (\sim миллисекунды) таких лазеров, обеспечивающих большую длительность генерации и существования плазмы или допускающих отделение нейтральных частиц от ионной фракции плазмы.

В данной работе с помощью СВЧ и измерения диамагнетизма исследована плазма, выбрасываемая из мишени при воздействии сфокусированного луча обычного лазера с немодулированной добротностью. Исследования проводились в атмосфере и в вакууме при наличии магнитных полей и без них.

Антенна генератора радиоизлучения с длиной волны 8 м и детектор радиоизлучения помещались друг против друга перед небольшой мишенью, на которую фокусировался луч от рубинового лазера, дающего в режиме свободной генерации 10 Дж ; фокусное расстояние линз $f=15 \text{ см}$ при экспериментах в вакуумной камере и $f=5$ и 15 см при экспериментах в воздухе.

В случае мишени в атмосфере сигнал перекрытия СВЧ нарастал медленно, за время порядка долей миллисекунды. На рис. 1,а (см. вкл.) показаны осциллограммы сигнала перекрытия (верхний луч) и сигнала с фотоумножителя, регистрирующего интенсивность лазера (нижний луч), при длительности развертки 900 $\mu\text{сек}$. Были испробованы мишени из четырех металлов — титана, меди, алюминия, нержавеющей стали. Наиболее сильное и длительное перекрытие дали титановая и алюминиевая мишени. Для фокусного расстояния линзы $f = 15 \text{ см}$ перекрытие наблюдалось только для титановой мишени. Геометрическое сечение перекрытия было близко к сечению тела диаметром 1 см (что проверялось помещением тел различного диаметра и модуляцией СВЧ). Из того факта, что плазма факела толщиной $\sim \lambda$ вызывала сильное перекрытие СВЧ излучения, следовало, что или $\omega_p > \omega$ (при $\omega > \nu$) или $\omega_p \sim (\omega \nu / 2\pi)^{1/2}$ (при $\nu > \omega$), т.е. $\omega_p > \omega_{кр}$; или концентрация плазмы $n_e > n_{кр} \approx 10^{13} \text{ см}^{-3}$. На осциллограмме перекрытия видно медленное нарастание количества плазмы, как бы интегрирующее вклад энергии света, и очень медленный спад концентрации, что может быть объяснено большим временем жизни созданной плазмы и очень медленным растеканием.

При помещении мишени в вакуумную камеру характер перекрытия СВЧ сигнала существенно менялся. На рис. 1,б показаны сигналы перекрытия без магнитного поля и на рис. 1,в с магнитным полем. На развертке 700 $\mu\text{сек}$ видно малое время нарастания перекрытия, что свидетельствует о быстром движении порций плазмы, порождаемой в пичках генерации лазера. При создании магнитного поля вблизи мишени (типа пробкотрона или антипробкотрона), перекрытие становилось сильнее и дольше, что объясняется увеличением концентрации плазмы из-за ограничения растекания или накопления.

С помощью катушки диаметром 40 мм и состоящей из 15 витков, помещенной на расстоянии 7 см от мишени в вакууме, были зарегистрированы диамагнитные сигналы. На рис. 1,г и 1,д приведены характерные диамагнитные сигналы от плазмы титановой мишени для магнитных полей разной величины и разной конфигурации. Видны отдельные всплески диамагнетизма от плазменных сгустков, вылетающих от сильных пичков. Диамагнитный сигнал для не очень слабых полей уменьшается с возрастанием магнитного поля как $\sim 1/H$, что указывает по видимому, на то, что давление перепада магнитного поля ограничивает поперечный размер плазменной струи или магнитное поле подавляет диамагнетизм и проводимость плазмы.

Полученные результаты показывают, что достаточно плотная и долгоживущая плазма может быть получена с помощью лазеров с немодулированной добротностью, причем такая плазма достаточно сильно взаимодействует с магнитными полями и радиоволнами и может быть использована для создания антенн, отражателей направляющих элементов, МГД устройств, источников множества сгустков плазмы от многих пичков излучения и т.д.