

Т. Б. ВОЛЯК, С. Д. КАЙТМАЗОВ, академик А. М. ПРОХОРОВ,
Е. И. ШКЛОВСКИЙ

УВЕЛИЧЕНИЕ ПОГЛОЩЕНИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПЛАЗМОЙ ВБЛИЗИ МИШЕНИ В СИЛЬНОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ

В работах (^{1, 2}) наблюдалось уменьшение в 2–2,5 раза интенсивности рентгеновского излучения в импульсном магнитном поле $H=200$ кэ при фокусировании гигантского лазерного импульса ($\lambda=1,06$ мкм) на поверхность медной мишени. Оценки, сделанные в (¹), показали, что за время действия светового импульса ($\tau=30-40$ нсек.) в сильном магнитном поле может возникнуть увеличение плотности плазмы на пути лазерного луча, а, следовательно, уменьшение мощности светового потока в фокусе собирающей линзы на поверхности мишени, ответственного за эффективную генерацию рентгеновского излучения.

Длительность поля в нашей магнитной установке (^{3, 4}) составляла 150 мксек., а своего максимального значения оно достигало через 70–80 мксек. после поджига в момент прихода лазерного импульса на мишень. Оценки показали, что за это время (70–80 мксек.) магнитное поле не успевает значительно продифундировать в медную мишень диаметром 4 мм и толщиной 0,3 мм. Поэтому в момент генерации лазерного импульса на расстоянии от центра мишени ~ 1 мм магнитное поле по величине составляет около половины от своего максимального значения.

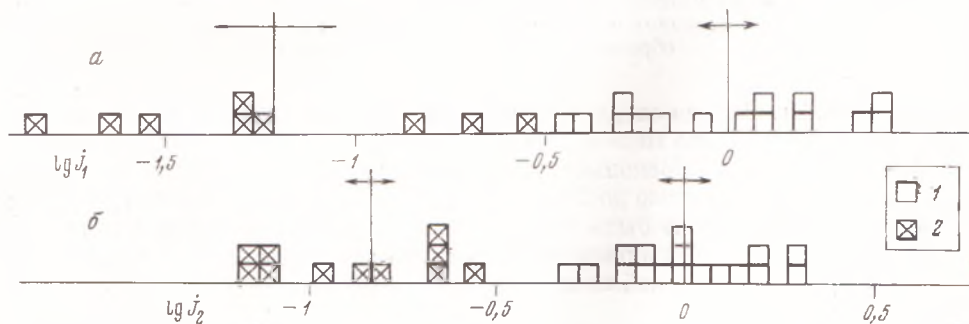


Рис. 1. Влияние магнитного поля на интенсивность рентгеновского излучения, прошедшего бериллиевую фольгу толщиной 70 мкм (а) и 190 мкм (б). По осям абсцисс отложен десятичный логарифм интенсивностей в относительных единицах (стрелками показана величина среднеквадратичной ошибки среднего значения интенсивности). 1 — $H=0$, 2 — $H=200$ кэ

Чтобы избежать эффекта искажения поля вблизи мишени, необходимо было провести соответствующий эксперимент, заменив металлическую мишень диэлектрической.

В настоящем эксперименте для этой цели были применены эбонитовые мишени. Излучение неодимового лазера ($\lambda=1,06$ мкм) фокусировалось на поверхность такой мишени, помещенной в вакуумированный рабочий объем импульсной магнитной установки. Длительность по основанию лазерного импульса 50 нсек., энергия 5 дж.

Рентгеновское излучение образующейся плазмы выделялось бериллиевыми фольгами (70 мкм на первом канале детектора и 190 мкм на втором).

Максимум магнитного поля совпадал с моментом прихода светового импульса с точностью до 10%. Результаты эксперимента изображены в виде гистограммы на рис. 1. Видно, что магнитное поле оказывает значительное влияние на генерацию рентгеновского излучения из «эбонитовой» плазмы, уменьшая его интенсивность в среднем в 10 раз*.

Анализ кратеров, образовавшихся под воздействием падающего на мишени излучения, показал, что в присутствии магнитного поля $H=200$ кэ их объем значительно (более чем в 3 раза) меньше, чем в случае поля

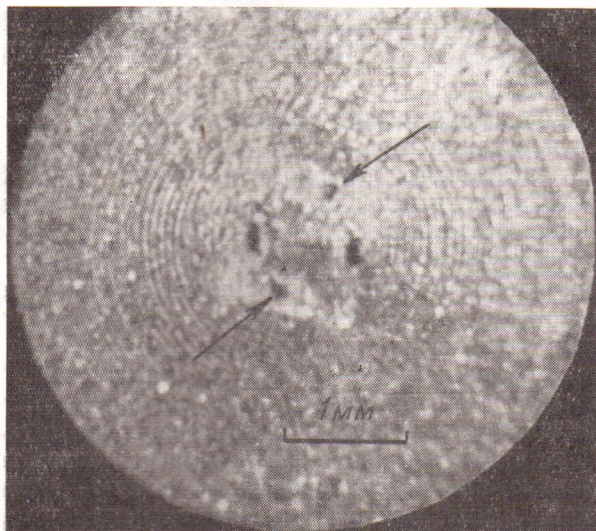


Рис. 2. Влияние магнитного поля на величину кратера на мишени (2 больших кратера справа и слева — без магнитного поля; стрелками отмечены кратеры, образованные в присутствии поля)

$H=0$ (рис. 2). Отсюда следует, что в магнитном поле $H=200$ кэ на мишень попадает значительно меньше, по сравнению со случаем $H=0$, энергии лазерного излучения. Поскольку энергия излучения лазера поддерживалась постоянной (с точностью до 2%), причиной уменьшения дошедшего до мишени излучения могло быть только увеличение поглощения в факеле. Это является прямым подтверждением сделанного в работах (1, 2) заключения об увеличении оптической плотности плазмы факела в присутствии магнитного поля.

Сравнение гистограмм рис. 2а и б, иллюстрирующих влияние магнитного поля на интенсивность рентгеновского излучения, прошедшего через бериллиевые фольги 70 мкм и 190 мкм соответственно, показывает, что ослабление интенсивности рентгена в магнитном поле сопровождается увеличением жесткости. Действительно, в магнитном поле интенсивность рентгеновского излучения, прошедшего фольгу 70 мкм, уменьшается в среднем в 15 раз, в то время как прошедшего 190 мкм — в 7 раз**.

Увеличение жесткости рентгеновского излучения при одновременном уменьшении его интенсивности, наблюдавшееся в настоящей работе, может

* Помимо более эффективного влияния неискаженного магнитного поля некоторую роль может играть то обстоятельство, что проводимость медной плазмы (из-за большого $Z_{эф}$) меньше, чем эбонитовой и, следовательно, первая легче диффундирует в магнитное поле.

** Дисперсионный анализ экспериментальных данных показал, что вероятность того, что зарегистрированное увеличение жесткости вызвано статистической флуктуацией, меньше 0,5%.

быть объяснено различными механизмами, как, например, уменьшением электронной теплопроводности плазмы из-за влияния магнитного поля в непосредственной близости от мишени и уменьшением массы нагреваемого вещества мишени.

В заключение авторы благодарят П. П. Пашинина за ценные замечания и обсуждения и М. С. Матяева за помощь при проведении эксперимента.

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

Поступило
17 IV 1974

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Т. Б. Воляк, С. Д. Кайтмазов и др., ЖЭТФ, т. 64, 481 (1973). ² Т. Б. Воляк, С. Д. Кайтмазов и др., ЖЭТФ, т. 67, в. 4 (1974). ³ Т. Б. Воляк, Л. Е. Вардзигулова и др., Тр. физ. инст. им. П. Н. Лебедева АН СССР, т. 67, 132 (1973). ⁴ Т. Б. Воляк, С. Д. Кайтмазов и др., Докл. на Всесоюзн. конф. по магнетизму. Тез. Инст. физ. СО АН СССР, Красноярск, 20–29 июня 1971.