

ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ ПРИ НЕПРЯМОМ ОБЛУЧЕНИИ МИКРОСФЕР НА ЛАЗЕРНОЙ УСТАНОВКЕ "ИСКРА-5"

Ф.М.Абзаев, В.И.Анненков, В.Г.Безуглов, С.А.Бельков, А.В.Бессараб,
А.В.Веселов, В.А.Гайдаш, И.В.Галахов, И.П.Гузов, Н.В.Жидков,
В.М.Изгородин, В.А.Каргин, Г.А.Кириллов, В.П.Коваленко,
Г.Г.Кочемасов, В.А.Кротов, А.В.Кунин, В.П.Лазарчук, Д.Н.Литвин,
Л.В.Льзов, С.П.Мартыненко, М.Р.Мочалов, В.М.Муругов,
Л.С.Мхитарьян, Н.А.Ниточкин, Г.П.Окутин, В.А.Осип,
В.И.Панкратов, А.В.Пинегин, С.И.Петров, В.Т.Пунин, В.Г.Рогачев,
А.В.Рядов, А.В.Сеник, А.Б.Смирнов, С.К.Соболев, И.И.Соломатин,
Н.А.Суслов, В.А.Токарев, А.Н.Федотов, В.А.Хрусталев, Н.М.Худиков,
В.С.Чеботарь, Н.А.Черкесов

Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики
607200 Арзамас-16, Нижегородская область, Россия

Поступила в редакцию 5 мая 1993 г.

Приведены результаты первых экспериментов по исследованию высокотемпературной плазмы, образующейся при непрямом облучении микросфер, содержащих ДТ газ, на лазерной установке "Искра-5". Интегральный выход ДТ нейтронов достигал $6 \cdot 10^9$ за импульс.

На мощной юодной лазерной установке "Искра-5" [1,2] проведена серия первых экспериментов с непрямым (рентгеновским) воздействием на оболочечные микросфера, содержащие ДТ газ. В мишениях такой конструкции рентгеновское излучение формируется внутри полости-конвертора, выполненной из материала с большим атомным номером. Лазерное излучение вводится внутрь полости через отверстия, общая площадь которых составляет малую часть всей поверхности конвертора.

Данный метод воздействия позволяет существенно улучшить симметрию сжатия микросферы даже при несимметричном расположении лазерных пучков и их относительно невысоком качестве. Он использовался в экспериментах на крупнейших лазерных установках – "Нова" (США) [3], "Гекко 12" (Япония) [4], "Фебус" (Франция) [5] при энергии 5–20 кДж и длинах волн $\lambda = 0,53\text{мкм}$ или $\lambda = 0,35\text{ мкм}$.

В наших экспериментах использовалось лазерное излучение с длиной волны $\lambda = 1,315\text{ мкм}$. Кроме того, в отличие от указанных работ, где облучение полости-конвертора осуществлялось двумя кластерами пучков, применялись более симметрично расположенные 12 пучков установки "Искра-5". Такое расположение пучков в сочетании с выбором геометрии мишени позволяло рассчитывать на однородность облучения ДТ содержащей микросферы не хуже 3%.

В проведенных экспериментах энергия лазерного излучения, подведенного к мишени, составляла $E_m \simeq 9\text{ кДж}$ при длительности импульса 0,3 нс. Изменение конструкции мишени позволяло варьировать удельный энерговклад в микросферу, содержащую ДТ газ. Для исследования работы мишени использовался

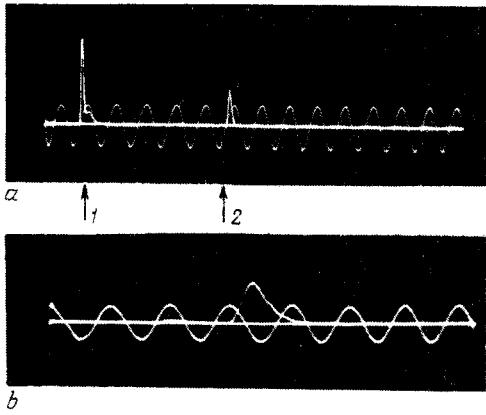


Рис.1. Результаты регистрации нейтронов времязпролетной методикой на расстоянии от мишени $L = 12,5$ м: *a* – обзорная осциллограмма (*1* – рентгеновский импульс, *2* – нейтронный импульс, частота меток 25 МГц); *b* – распределение нейтронов по времени полета (частота меток 100 МГц)

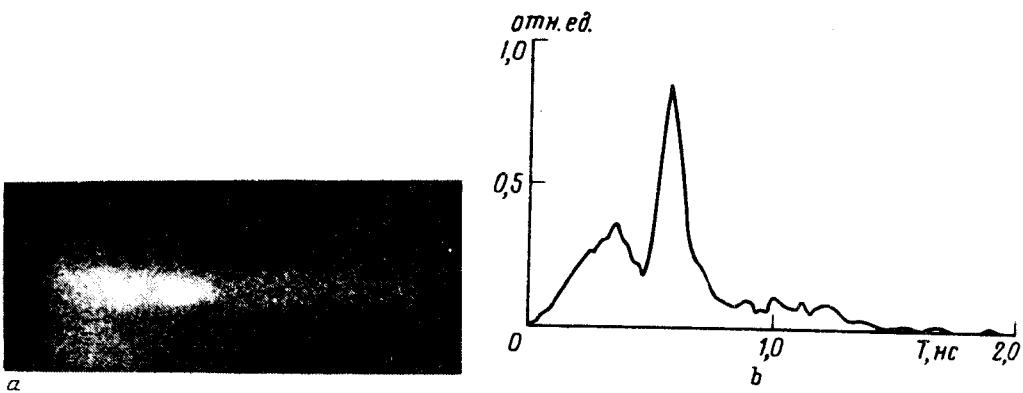


Рис.2. Временная развертка рентгеновского съечения микросферы ($h\nu \geq 4$ кэВ, временное разрешение 30 пс): *a* – фотохронограмма свечения, *b* – форма импульса рентгеновского излучения

диагностический комплекс, позволявший определить характеристики лазерного, рентгеновского и корпускулярного излучений.

На рис.1,*a* приведена характерная осциллограмма регистрации жесткого рентгеновского излучения ($h\nu \approx 0,1$ МэВ), возникающего в полости при воздействии на ее стенки лазерного излучения (первый импульс) и нейтронного излучения (второй импульс). Положение нейтронного импульса относительно рентгеновского с точностью до 1 нс соответствует расчетному времени прихода на сцинтилляционный детектор нейтронов с энергией 14,1 МэВ. Спектр нейтронов (рис.1,*b*) показывает, что генерация нейтронов происходила в ДТ плазме, средняя кинетическая энергия частиц которой приблизительно 6 кэВ. Полное число нейтронов, определенное по этой осциллограмме, составляет $(3,2 \pm 0,4) \cdot 10^9$ и хорошо согласуется с методами интегральных измерений, основанных на активации меди и индия. В обсуждаемой серии экспериментов нейтронный выход для различных конструкций мишени изменялся в диапазоне $(0,9 - 6) \cdot 10^9$ в зависимости от удельного энерговклада в микросферу, содержащую ДТ газ.

Энерговклад в микросферу определялся по времени схождения оболочки, которое регистрировалось с помощью временной развертки рентгеновского из-

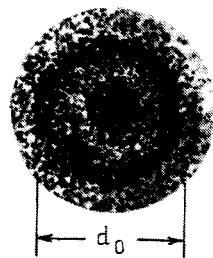


Рис.3. Рентгеновское изображение микросфера, содержащей ДТ газ ($h\nu \simeq 4,5$ кэВ)

лучения в диапазоне энергии квантов $h\nu \geq 4$ кэВ (рис.2). Средняя скорость оболочки, оцененная по данным рис.2, составила $\simeq 3 \cdot 10^7$ см/с.

Иллюстрацией высокой однородности рентгеновского облучения микросферы служит рис.3, на котором видны начальное положение оболочки и свечение плазмы в конце стадии сжатия. В данном опыте объемное сжатие микросферы составило примерно 60 (конечная плотность ДТ $\leq 0,2$ г/см³).

Таким образом, проведенные эксперименты показывают возможность получения высокотемпературной плотной плазмы и эффективного исследования ее свойств в условиях непрямого воздействия на микросферы, содержащие ДТ газ, на лазерной установке "Искра-5".

-
1. В.И.Анненков, В.А.Багрецов, В.Г.Безуглов и др., Квантовая электроника **18**, 536 (1991).
 2. А.В.Бессараб, В.А.Гайдаш, Г.В.Долголева и др., ЖЭТФ **102**, 1800 (1992).
 3. J.D.Kilkenny et al., In Plasma Phys. and Controlled Nucl. Fusion Res. **3**, 29 (1989).
 4. S.Nakai et al. Nucl. Fusion **30**(9), 1779 (1990).
 5. M.DeCroisette, Забабахинские научные чтения. Тезисы докладов, Челябинск, 1992 г.